Física

Moviment harmònic simple, ones i so

Exercicis · 92 exercicis

Proves d'accés a la universitat (PAU) de Catalunya. Ordenats del més recent al més antic.
Retalls dels exàmens i pautes oficials (selecat.cat / universitats.gencat.cat).

Exercici 3. Vibracions i ones

[2,5 punts en total]

Puntuació total de l'exercici 3	

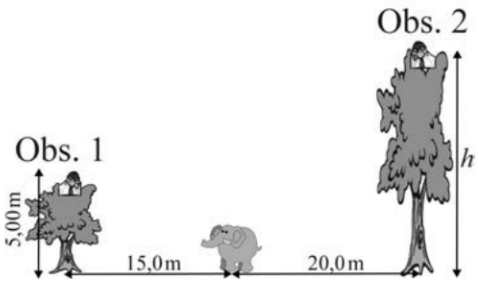
Trieu UNA de les dues opcions (A o B) i responeu als apartats corresponents. **Indiqueu a la portada de l'examen l'opció escollida**.

OPCIÓ A

Un elefant es troba en un parc nacional i, en un moment determinat, és observat per dos investigadors amagats en arbres amb l'objectiu de fer un estudi científic.

3.1. L'elefant bramula i l'observador 1 percep un nivell d'intensitat sonora de 65,0 dB. Aquest observador es troba a una distància horitzontal de 15,0 m de l'elefant i està situat a una altura de 5,00 m sobre el terra. Un segon observador percep el so amb un nivell d'intensitat de 62,0 dB i es troba a una distància horitzontal de 20,0 m de l'elefant. Determineu a quina altura està situat el segon observador.

[1,25 punts]



Puntuació de l'apartat 3.1	

3.2. En una altra observació es detecten dos elefants separats 10,0 m sobre el pla. Suposant que tots dos emeten un so coherent a una freqüència de 80,0 Hz, i amb la mateixa amplitud i en fase, determineu en quins punts de la línia recta que uneix els dos elefants no es percep cap so.

[1,25 punts]

Puntuació de l'apartat 3.2	

DADES: Velocitat del so en l'aire = 340 m s^{-1}.
$I_0 = 10^{-12}$ W m^{-2}.

NOTA: Assumiu que el front d'ona és esfèric.

Exercici 3. Vibracions i ones

[2,5 punts en total]

Puntuació total de l'exercici 3	

Un telèfon mòbil conté un motor vibrador que genera un moviment harmònic simple (al llarg de l'eix y) al xassís del dispositiu quan es reben trucades o notificacions. Suposem que aquest moviment té una amplitud de 2,00 mm i una freqüència de 150 Hz.

3.1. Escriviu l'equació de moviment del telèfon si considerem que inicialment es troba a la posició d'equilibri $y = 0$ m. Quan es col·loca el telèfon damunt d'una superfície metàl·lica rígida, les vibracions es transmeten al material i generen ones mecàniques transversals que es propaguen a 3 200 m s^{-1}. Calculeu la longitud d'ona de l'ona mecànica que es propaga per la superfície i escriviu l'equació de l'ona corresponent, suposant que la propagació es produeix en el sentit positiu de l'eix x, que inicialment es troba en la posició d'equilibri $y = 0$ m, i que l'amplitud de l'ona és de 2,00 mm.

[1,25 punts]

Puntuació de l'apartat 3.1	

3.2. Suposant que el telèfon emet una potència acústica d'1,00 mW durant la vibració i que el so es propaga per l'aire de manera isotròpica (uniformement en totes direccions), calculeu el nivell d'intensitat sonora que percebrà una persona situada a 3,00 m del telèfon.

[1,25 punts]

Puntuació de l'apartat 3.2	

DADES: $I_0 = 10^{-12}$ W m^{-2}.

NOTA: Assumiu que el front d'ona és esfèric.

Exercici 3. Vibracions i ones

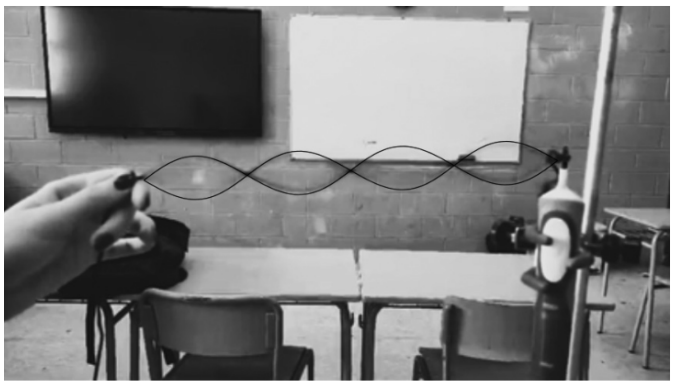
[2,5 punts en total]

Puntuació total de l'exercici 3	

Trieu UNA de les dues opcions (A o B) i responeu als apartats corresponents. **Indiqueu a la portada de l'examen l'opció escollida**.

OPCIÓ A

Un raspall de dents elèctric es pot fer servir com un oscil·lador harmònic per a generar ones estacionàries en una corda. L'eix oscil·lador del raspall vibra amb una freqüència de 357 Hz. Si lliguem una corda elàstica a l'eix oscil·lador, engeguem el raspall i anem deixant anar corda i jugant amb la tensió que fem amb la mà, anirem observant diferents harmònics.



3.1. Quin harmònic hi ha representat a la imatge de dalt? Per a l'harmònic representat, calculeu la longitud d'ona i la velocitat de propagació. Indiqueu en quina posició es troben els nodes i els ventres si la separació entre el primer i l'últim node és de 36,0 cm.

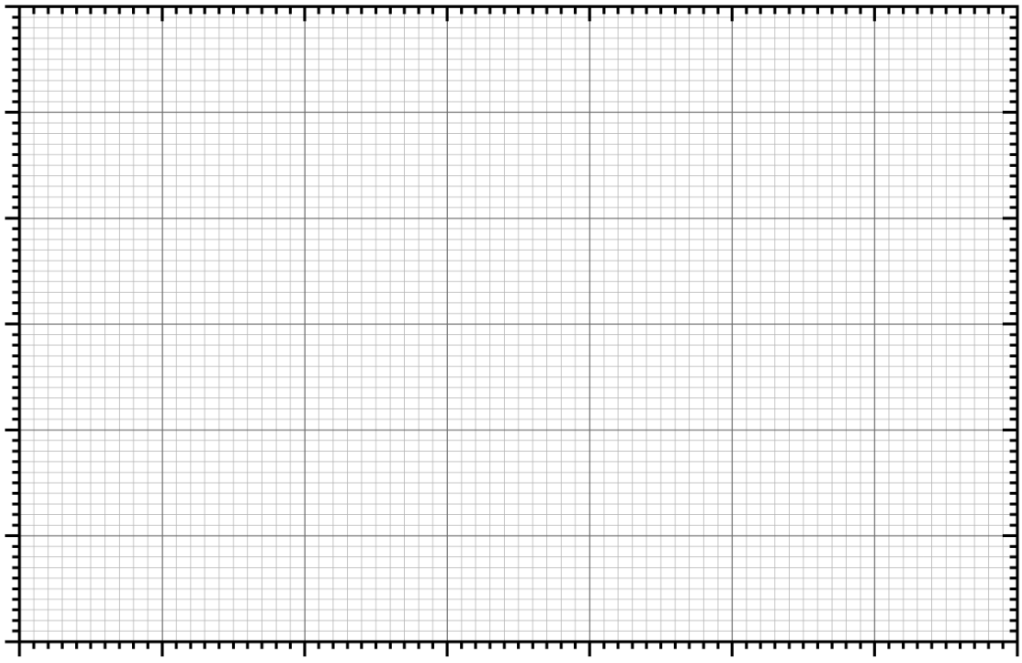
[1,25 punts]

Puntuació de l'apartat 3.1	

3.2. L'eix del raspall de dents oscil·la lateralment amb un moviment harmònic simple. Tenint en compte que l'amplitud del moviment és de 0,50 mm i el moviment comença quan l'eix metàl·lic es troba en el punt de màxim desplaçament, escriviu l'equació de la posició de l'eix metàl·lic del raspall de dents. Representeu gràficament en la quadrícula de sota un període complet del moviment.

[1,25 punts]

Puntuació de l'apartat 3.2	



Exercici 3. Vibracions i ones

Trieu UNA de les dues opcions (A o B) i responeu als apartats corresponents.

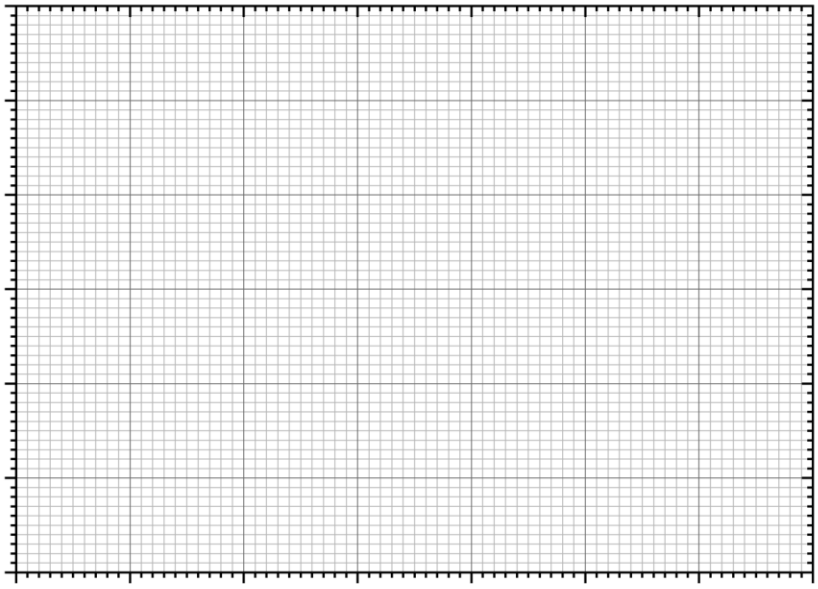
OPCIÓ A

Al taller de l'institut dissenyem un pèndol amb un suport i un pes que penja d'un fil de longitud L i de massa negligible. Quan prenem mesures del període T d'aquest pèndol en funció de la longitud del fil, obtenim les dades següents:

Longitud L (m)	0,20	0,30	0,50	0,80	1,20
Període T (s)	0,90	1,08	1,43	1,75	2,20
T^2 (s^2)					

a) Ompliu la tercera fila de la taula anterior amb els valors del període al quadrat. Representeu $T^2(L)$ a la quadrícula de sota i justifiqueu per què els punts estan alineats. Calculeu el pendent d'aquest gràfic. A partir del resultat, calculeu també la intensitat del camp gravitatori.

[1,25 punts]



b) Deixem caure el pèndol d'1,50 kg de massa des d'un angle de 30° respecte a la vertical i considerem negligible el fregament amb l'aire. Tenint en compte que la longitud del pèndol és d'1,00 m, calculeu les energies potencial i cinètica màximes i l'energia mecànica del pèndol, així com la velocitat màxima que assolirà. Trieu com a referència d'energia potencial zero la posició d'equilibri.

[1,25 punts]

DADA: El pèndol descriu un moviment harmònic simple de període $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$.

5. PAU 2025 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 3 (Opció B)

OPCIÓ B

Una flauta travessera és un tub metàl·lic obert pels dos extrems que té una longitud de 67,0 cm. El seu so abraça un interval extens de freqüències i és un instrument molt comú en orquestres.

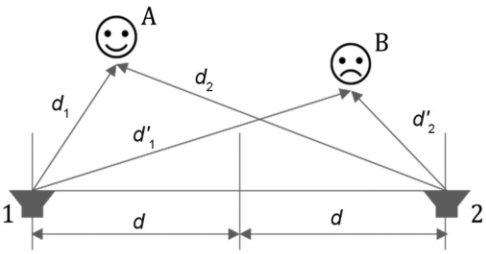
a) Per a tocar la nota més greu, el flautista ha de tapar amb els dits tots els forats laterals del tub. Calculeu les freqüències del primer i el tercer harmònics d'una flauta travessera en aquest cas. Dibuixeu aquests dos harmònics i calculeu per a cada un la posició dels nodes i els ventres respecte d'un extrem de la flauta.
[1,25 punts]

b) Tapem un dels extrems de la flauta de manera que aquesta es comporta com un tub amb un extrem obert i un de tancat. Dibuixeu l'ona estacionària corresponent al primer i el segon modes de vibració possibles i indiqueu els seus nodes i ventres. Calculeu la longitud d'ona i la freqüència d'aquests dos modes de vibració.
[1,25 punts]

DADA: Velocitat del so en l'aire = 343 m s^{-1}.

6. PAU 2024 · Setembre · Sèrie 3 · Exercici 2

P2) Dos altaveus estan separats entre si una distància $2d$ i emeten un senyal harmònic i en fase. Produïm el so amb un generador de senyals que podem ajustar entre els 200 i els 400 Hz. La persona A està situada a $d_1 = 5{,}00$ m de l'altaveu 1 i a $d_2 = 8{,}68$ m de l'altaveu 2. Una segona persona B està situada a $d'_1 = 8{,}14$ m de l'altaveu 1 i a $d'_2 = 4{,}00$ m de l'altaveu 2.



a) Calculeu totes les freqüències que podem escollir en el generador perquè la persona A senti els senyals amb una intensitat màxima.

Quina freqüència de les anteriors hem d'escollir perquè la persona A senti el senyal amb intensitat màxima i la persona B no el pugui sentir (és a dir, el senti amb intensitat mínima)?
[1,25 punts]

b) Ara emetem música pels dos altaveus amb una potència de $2{,}36 \times 10^{-3}$ W cadascun. Calculeu la intensitat sonora generada per cada altaveu en la posició de la persona A. Determineu el nivell d'intensitat sonora que percep aquesta persona.
[1,25 punts]

NOTA: Considereu que les ones sonores es propaguen en les tres dimensions de l'espai i que la seva energia es distribueix en superfícies esfèriques.

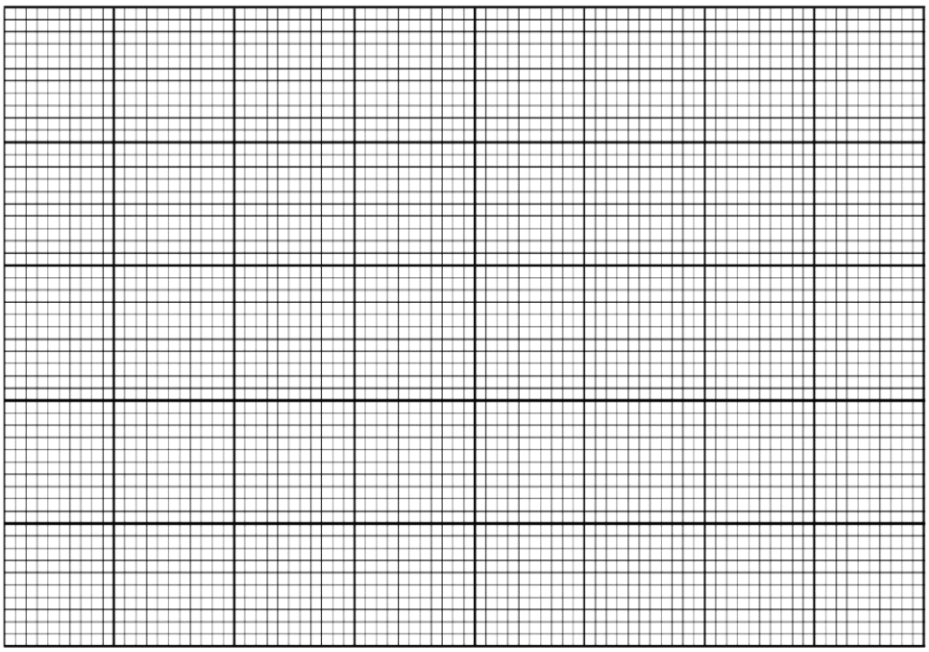
DADES: $I_0 = 10^{-12}$ W m^{-2}.
Velocitat del so en l'aire: 340 m/s.
Superfície esfèrica: $4\pi r^2$.

7. PAU 2024 · Setembre · Sèrie 3 · Exercici 7

P7) Una massa de 100 g es fa oscil·lar penjada d'una molla. S'observa que fa 40 oscil·lacions en un minut i que la diferència entre la posició més alta i la més baixa és de 15 cm.

a) Determineu el període, la constant de la molla i l'equació del moviment si comencem a comptar el moviment quan passa per la posició més baixa. Representeu a la quadrícula de sota la força elàstica durant dos períodes sencers.

[1,25 punts]

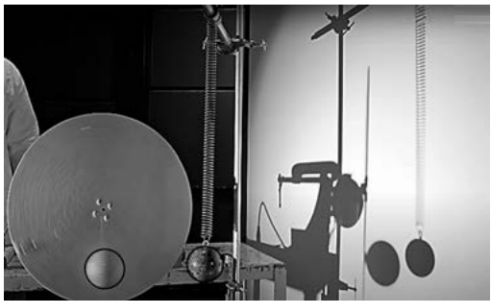


b) Calculeu l'energia mecànica de l'oscil·lador harmònic i trobeu l'expressió de l'energia cinètica en funció de la posició de la massa. Calculeu el mòdul de la velocitat quan la massa és 3 cm per sobre de la posició d'equilibri.

[1,25 punts]

Etiqueta de l'estudiant

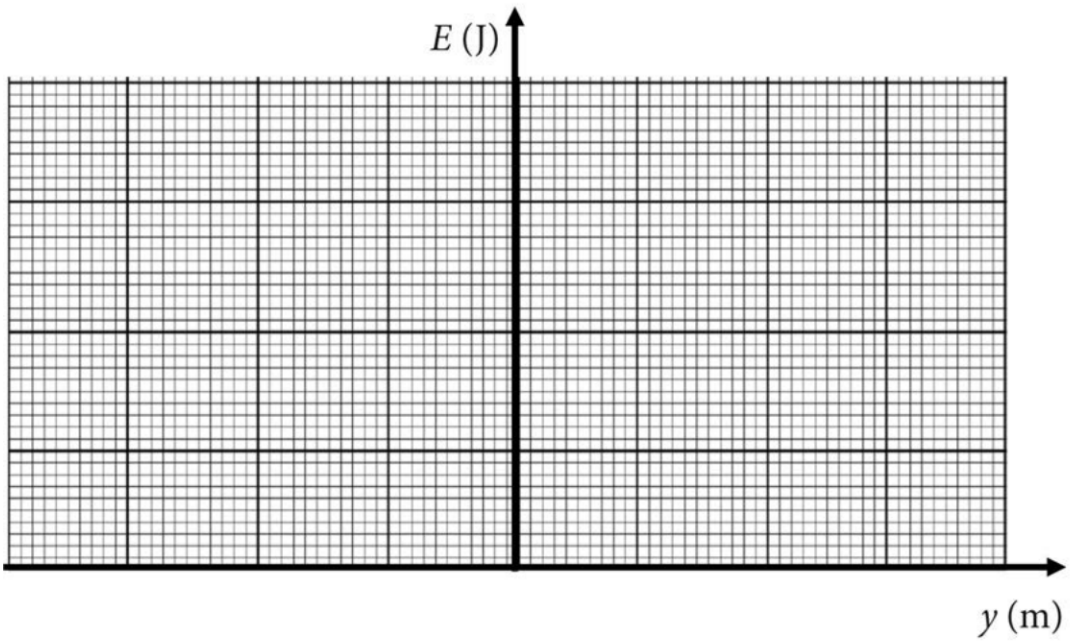
8. PAU 2024 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 2



P2) Al laboratori dissenyem un experiment amb dues masses que fan moviments independents. La primera massa és de 0,5 kg i penja d'una molla vertical. La segona massa es troba subjectada a un disc vertical que gira a una velocitat angular de 6,41 rad/s i el centre d'aquesta massa és a una distància de 19 cm del centre del disc. Ambdues masses s'il·luminen lateralment i s'observa que les seves ombres segueixen exactament el mateix moviment harmònic simple. Per a aconseguir-ho, deixem anar des de baix la massa de la molla just a $t = 0$ s, moment en què la massa del disc també passa pel punt més baix de la rotació.

a) Escriviu l'equació de la posició vertical de les ombres respecte al temps. Trobeu la constant elàstica de la molla i l'energia mecànica del moviment harmònic simple.
[1,25 punts]

b) Calculeu l'equació de la velocitat i l'energia cinètica respecte al temps de la massa que penja de la molla. Representeu en la quadrícula adjunta l'energia mecànica, l'energia potencial i l'energia cinètica en funció de la posició vertical per a la massa que penja de la molla.
[1,25 punts]



9. PAU 2024 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 5

P5) L'Ainhoa està intrigada per saber a quina altura exploten els coets llançats a la revetlla de Sant Joan. Per a poder-ho determinar se situa a una distància de 50 metres del punt on es llancen els coets i enregistra, amb un sonòmetre, un nivell d'intensitat sonora de 100 decibels en l'explosió d'un coet que no s'ha enlairat.

a) Quina potència sonora emet el coet en el moment de l'explosió? Si l'explosió ha durat 0,03 s, quina energia sonora s'ha alliberat?
[1,25 punts]

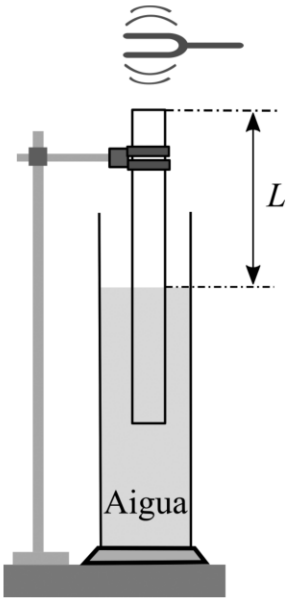
b) Des de la mateixa distància al punt de llançament, enregistra 90 decibels d'intensitat sonora en el cas d'un coet igual a l'anterior que s'ha enlairat verticalment i ha explotat a certa altura. Calculeu a quina altura ha explotat el coet. Si dos coets idèntics a l'anterior exploten simultàniament a la mateixa altura que abans, quin nivell d'intensitat sonora percebrà l'Ainhoa, si està situada a la mateixa posició d'abans?
[1,25 punts]

NOTA: Considereu que les ones sonores es propaguen en les tres dimensions de l'espai i la seva energia es distribueix en superfícies esfèriques.

DADES: $I_0 = 10^{-12}\,\mathrm{W\,m^{-2}}$.
La velocitat del so en l'aire és de 340 m/s.
Superfície esfèrica: $4\pi r^2$.

10. PAU 2023 · Setembre · Sèrie 2 · Exercici 3

P3) Duem a terme una experiència de ressonància en un tub amb aigua que consisteix a submergir un tub obert pels dos extrems en un recipient que conté aigua, tal com es mostra en la figura de la dreta. Damunt de l'extrem superior del tub fem vibrar un diapasó, que emet un so de freqüència 442 Hz. La longitud de la columna d'aire (L) s'ajusta elevant el tub fora de l'aigua fins a trobar un punt on es produeix la ressonància (se sent una nota intensa). Comencem l'experiència amb tot el tub submergit i observem la primera ressonància quan $L = 19{,}3$ cm i la segona ressonància quan $L = 58{,}0$ cm.



a) Dibuixeu la forma de l'ona ressonant per a la primera i segona ressonàncies. Indiqueu en tots dos casos de quin harmònic es tracta i identifiqueu els ventres i els nodes. Justifiqueu per què en tots dos casos la longitud d'ona no varia. Determineu la longitud del tub que ha de quedar per sobre de l'aigua quan ressona el cinquè harmònic.
[1,25 punts]

b) A partir dels resultats de l'experiència, determineu la velocitat del so a l'aire. Si substituïm l'aigua per glicerina, variarà aquest resultat? Raoneu la resposta.
[1,25 punts]

DADES: La velocitat del so a l'aigua és de 1 493 m s^{-1}.
La velocitat del so a la glicerina és de 1 904 m s^{-1}.

11. PAU 2023 · Setembre · Sèrie 2 · Exercici 5

P5) ***a)*** Justifiqueu si es podria determinar la massa d'un objecte penjant-lo d'una molla de constant elàstica coneguda (100 N/m) i deixant-lo oscil·lar unes quantes vegades i, en cas afirmatiu, expliqueu com la calcularíeu. Obtindríem el mateix resultat si ho féssim a la Lluna? Negligiu l'efecte de la força de fricció.
[1,25 punts]

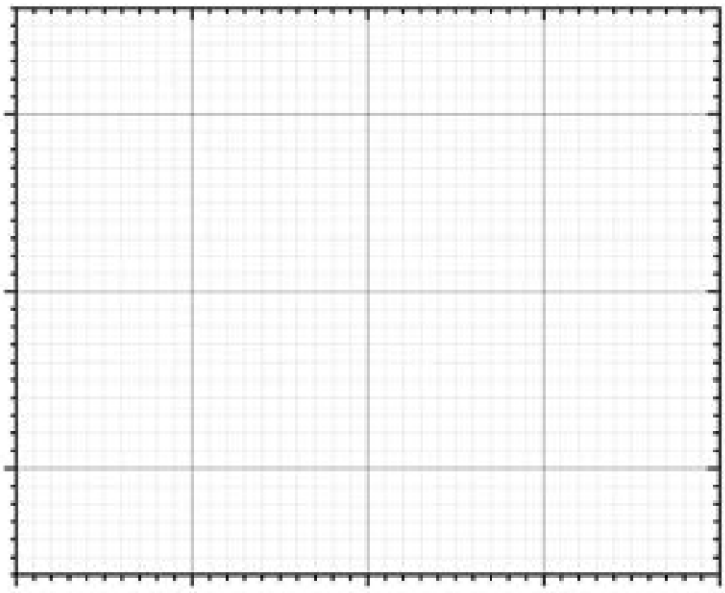
b) Deduïu l'equació de moviment de l'objecte a partir de l'equació del moviment harmònic simple (MHS) tenint en compte que l'amplitud del moviment és de 6,00 cm, que la freqüència d'oscil·lació és de 10,0 Hz i que el moviment s'inicia quan l'acceleració és màxima i positiva. Calculeu la velocitat i l'acceleració màximes del MHS a partir de l'equació de moviment.
[1,25 punts]

12. PAU 2023 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 3

P3) Des de la platja, observem que la distància entre les crestes de dues onades consecutives és de 4 m. Per altra banda, tot observant una de les boies que limita la zona de bany, comptem que oscil·la 30 vegades en un minut i que el seu desplaçament vertical total, des de la posició més baixa fins al punt més alt, és de 40 cm.

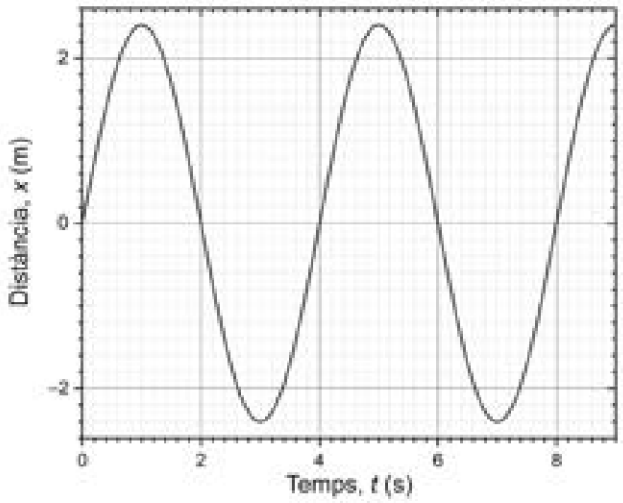
a) Determineu la freqüència, la longitud d'ona i la velocitat de propagació de les ones. Escriviu l'equació que descriu el moviment de la boia en funció del temps.
[1,25 punts]

b) Deduïu l'expressió de la velocitat i l'acceleració de la boia i calculeu els valors màxims de la velocitat i l'acceleració. Representeu a la quadrícula de sota l'evolució de la velocitat respecte al temps durant un període.
[1,25 punts]



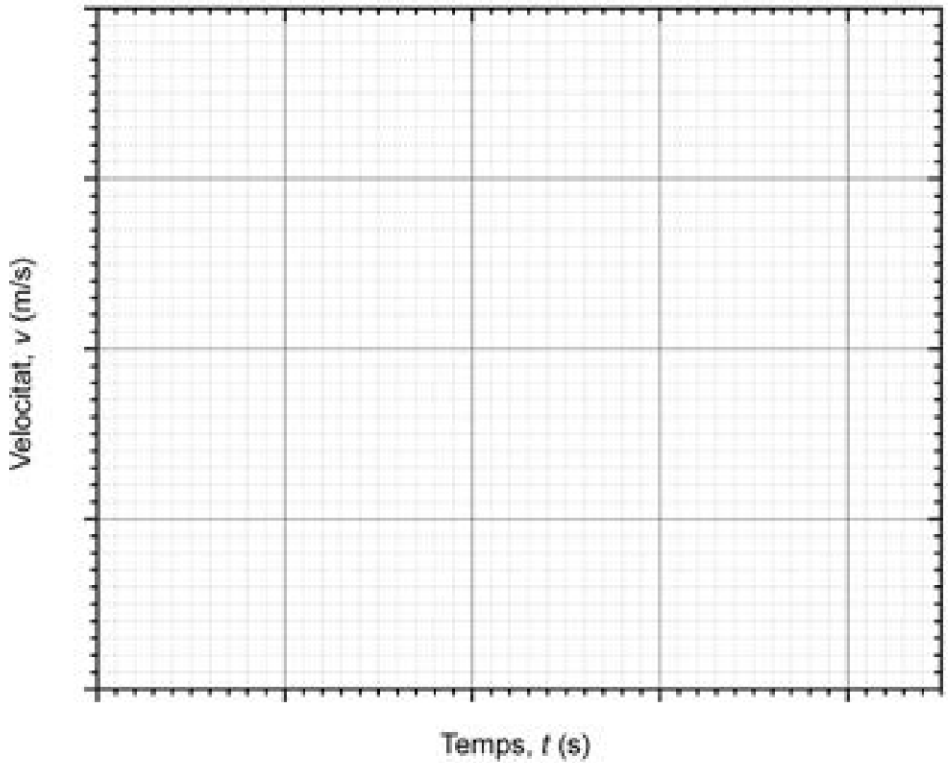
NOTA: Per determinar la fase inicial considereu que al principi la boia es troba en la posició més alta.

P3) Una massa de 2 kg està unida a una molla i oscil·la amb un moviment harmònic simple. La gràfica següent mostra l'evolució de la posició de la massa en funció del temps.



a) A partir de la gràfica, determineu l'amplitud, el període del moviment i la constant elàstica de la molla. Escriviu l'equació del moviment $x(t)$. Indiqueu clarament com determineu cadascun dels paràmetres.
[1,25 punts]

b) Quina és l'expressió de la velocitat en funció del temps? Representeu en la quadrícula adjunta la velocitat en funció del temps. Indiqueu els punts on l'acceleració és nul·la i les regions on l'acceleració és positiva o negativa. Justifiqueu les respostes.
[1,25 punts]



P3) El volcà Cumbre Vieja va entrar en erupció el 19 de setembre de 2021 a l'illa de La Palma. El so de l'erupció volcànica va ser mesurat per un equip de vulcanòlegs, que van detectar que estava format per diferents freqüències i que tenia un nivell d'intensitat sonora variant. Pel que fa al so que produeix en alguns moments de l'erupció, un volcà es pot modelitzar com si fos un instrument musical de vent gegant. D'una manera simplificada, podem considerar un volcà com un tub d'aire amb un extrem tancat i l'altre obert, on es produeixen ones estacionàries d'una manera semblant a una trompeta.

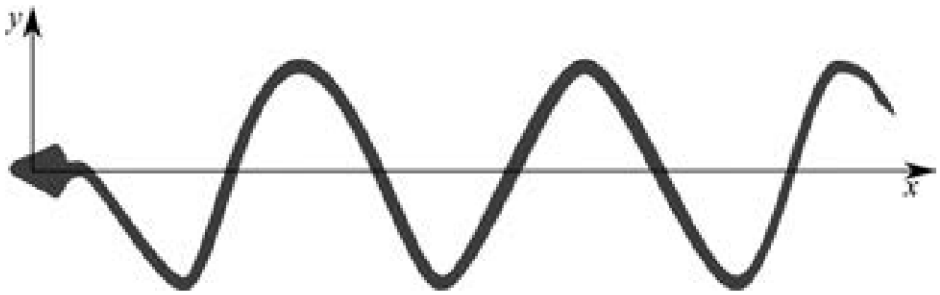
a) En un moment determinat de l'erupció del Cumbre Vieja, es va detectar que la freqüència fonamental del so que emetia era de 5,40 Hz. Calculeu la longitud d'ona d'aquest so. Dibuixeu el perfil de l'ona estacionària corresponent i calculeu la longitud del tub, que correspon a la longitud del tram de la xemeneia ple d'aire.
[1,25 punts]

b) En un moment de l'erupció, es va detectar un nivell d'intensitat sonora de 72,0 dB a la localitat de Todoque, que és a 5,22 km del con del volcà. Calculeu el nivell d'intensitat sonora que se sentirà des de la costa de l'illa d'El Hierro, que és a 92,3 km del volcà Cumbre Vieja. (Suposeu que no hi ha obstacles en la propagació del so entre el volcà Cumbre Vieja i l'illa d'El Hierro.)
[1,25 punts]

DADES: $I_0 = 10^{-12}\ \mathrm{W\,m^{-2}}$.
La velocitat del so en l'aire és de 340 m/s.

15. PAU 2022 · Juny · Sèrie 2 · Exercici 3

P3) El moviment d'una anguila es pot aproximar al d'una ona harmònica transversal que es propaga des del cap fins a la cua. Per a estudiar-ne el moviment hem de simplificar: no considerem l'aportació al moviment de la resta de músculs del cos, i suposem, simplement, que l'ona es genera al cap de l'anguila, que vibra amb una freqüència de 0,50 Hz i amb una amplitud de 5,00 cm. La distància entre dos punts consecutius del cos de l'anguila que estan en el mateix estat de vibració és de 20,0 cm.



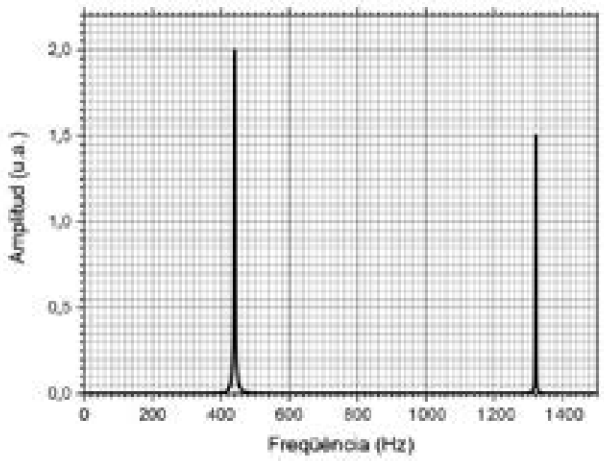
a) Calculeu la velocitat a la qual es propaga l'ona pel cos de l'anguila, la freqüència angular i el nombre d'ona. Si a l'instant inicial el cap té una elongació zero i la velocitat d'oscil·lació transversal és positiva, determineu l'expressió de l'equació d'ona. Per a l'equació d'ona utilitzeu el sistema de coordenades de la figura superior, on el cap de l'anguila es troba sempre a l'origen de les abscisses.

[1,25 punts]

b) A partir de l'equació d'ona, deduïu i calculeu els mòduls de la velocitat i de l'acceleració màximes de l'oscil·lació transversal. Si la longitud total de l'anguila és de 58,0 cm, calculeu també la velocitat i l'acceleració transversals a la cua 10 s més tard d'haver iniciat el moviment.

[1,25 punts]

P7) Per a identificar els instruments musicals es pot utilitzar un espectre de freqüències. A la figura següent es representa l'espectre d'un instrument que es vol identificar. L'oboè és un instrument que té un extrem obert i un extrem tancat que és l'embocadura amb una canya. A l'extrem obert, l'amplitud de la vibració de les molècules és màxima: tenim un ventre. En canvi, a l'altre extrem, el tudell per on es bufa és una canya que comunica pressió a l'aire i impedeix que aquest es pugui moure amb llibertat: és un node. D'altra banda, en un piano les cordes estan pinçades pels dos extrems, és a dir, els dos extrems de la corda són nodes.

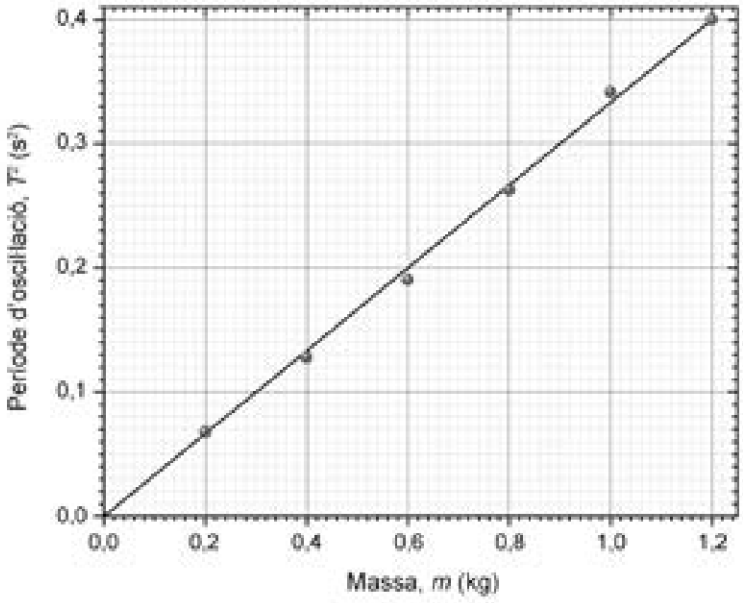


a) Quina és la freqüència fonamental d'aquest espectre? Determineu si es tracta d'un oboè o d'un piano, i justifiqueu la resposta. Determineu també la llargària del tub o de la corda.
[1,25 punts]

b) Un quintet de vent acostuma a estar format per cinc instrumentistes, normalment flauta travessera, oboè, clarinet, trompa i fagot. A l'inici de la interpretació d'una composició tots 5 toquen de forma suau i amb la mateixa intensitat, generant un nivell d'intensitat sonora de 80 dB a un espectador que es troba a una distància d'1,5 m. Quina és la potència sonora de cada instrument? Suposeu que aquesta potència es distribueix uniformement per tota l'àrea d'una semiesfera.
[1,25 punts]

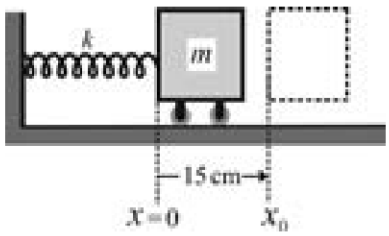
DADES: $I_0 = 10^{-12}\ \mathrm{W\,m^{-2}}$.
La velocitat del so en l'aire és de $340\ \mathrm{m\,s^{-1}}$.

P3) Per a estudiar les característiques d'una molla, hem hagut de mesurar la dependència del seu període d'oscil·lació en funció de la massa que hi està unida. La fricció entre la massa i el terra és negligible. En el gràfic següent representem el període mesurat al quadrat en funció de la massa. La línia correspon a la recta ajustada als punts experimentals.



a) Determineu el valor de la constant elàstica de la molla i de la freqüència d'oscil·lació deguda a una massa de 5,00 kg. Per a mesurar el període, hem mesurat el temps que triga a fer 20 oscil·lacions completes. Per quina raó creieu que es mesuren 20 oscil·lacions completes en lloc d'una per a determinar el període?

[1,25 punts]



b) Si, per a aquesta massa de 5,00 kg, iniciem l'oscil·lació des d'un punt situat a $x_0 = 15{,}0$ cm de la posició equilibri ($x = 0$) amb una velocitat inicial nul·la (com s'indica al dibuix), quina serà l'equació del moviment? Per a quina coordenada o coordenades x tindrem el mòdul de la velocitat màxima i per a quina coordenada o coordenades tindrem el mòdul de l'acceleració màxima? Justifiqueu la resposta.

[1,25 punts]

18. PAU 2022 · Juny · Sèrie 5 · Exercici 7

P7) La sirena d'una alarma d'un edifici emet una ona sonora de 0,136 m de longitud d'ona, que en l'aire es propaga a una velocitat d'uns 340 m/s. L'ona sonora arriba a un observador que està aturat en un semàfor, segons la direcció de l'eix x en sentit positiu i amb una amplitud A_0.

a) Escriviu l'equació de l'ona harmònica plana, $A(x, t)$, que arriba a l'observador. Suposeu que la fase inicial és zero.

[1,25 punts]

b) A continuació, el semàfor es posa verd, i l'observador es posa en moviment i s'acosta a l'alarma a una velocitat constant. En aquestes condicions, l'observador percep un canvi de la freqüència de l'ona. Quin canvi de la freqüència percep l'observador? Quin o quins dels arguments següents descriuen millor aquest fenomen?:

1. El canvi de la freqüència és degut al moviment de la font.
2. L'aparent canvi de la freqüència és degut al moviment relatiu entre la font i l'observador.
3. El canvi en la longitud d'ona de la font és degut al moviment de l'observador.
4. L'aparent canvi de la longitud d'ona és degut al moviment de l'observador.

Justifiqueu la tria i per què heu descartat la resta d'arguments, i indiqueu el fenomen en què us heu basat.

[1,25 punts]

19. PAU 2021 · Setembre · Sèrie 1 · Exercici 3

P3) La corda d'un violí fa 32 cm de llarg i vibra amb una freqüència fonamental de 196 Hz.

a) Quina és la longitud d'ona del primer harmònic (fonamental)? Justifiqueu la resposta. Representeu el segon harmònic i indiqueu-hi la posició dels nodes i els ventres.

[1,25 punts]

b) Quina és la freqüència i la longitud d'ona del so que és produït pel primer harmònic del violí i que es propaga per l'aire?

[1,25 punts]

DADA: La velocitat del so en l'aire és de $340\ \text{m}\,\text{s}^{-1}$.

20. PAU 2021 · Setembre · Sèrie 1 · Exercici 6

P6) Un violinista interpreta un solo durant un concert. De cop i volta, quatre violins més l'acompanyen, tocant amb la mateixa intensitat que el primer.

a) Quants decibels ha augmentat el nivell d'intensitat del so?

[1,25 punts]

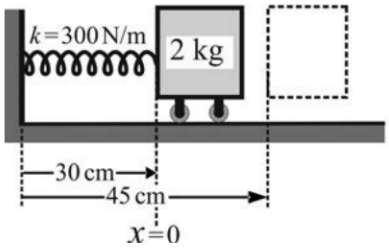
b) Ara els cinc violins passen de *mezzo piano* a *forte* i mesurem un nivell d'intensitat del so de 76,98 dB. Suposant que tots els violins toquen amb la mateixa intensitat, quina és la intensitat I amb la qual toca un sol violí?

[1,25 punts]

DADA: $I_0 = 10^{-12}\ \text{W}\,\text{m}^{-2}$.

21. PAU 2021 · Juny · Sèrie 2 · Exercici 3

P3) Un bloc de massa 2 kg, que inicialment es troba en repòs, està lligat a l'extrem d'una molla de constant elàstica 300 N/m i de longitud natural 30 cm. Per l'altre extrem, la molla està unida a una paret. Desplacem el bloc cap a la dreta fins que la molla assoleix una longitud total de 45 cm i el deixem anar, de manera que el bloc es posa a oscil·lar al voltant de la posició d'equilibri. La fricció entre el terra i el bloc és negligible.



a) Determineu l'amplitud i el període de l'oscil·lació. Escriviu l'equació del moviment.
[1,25 punts]

b) Representeu en la quadrícula adjunta l'evolució de l'energia mecànica, de l'energia cinètica i de l'energia potencial en funció del temps durant un període.
[1,25 punts]

22. PAU 2021 · Juny · Sèrie 2 · Exercici 7

P7) *Magnificat en re major* (BWV 243) és una de les grans obres vocals de Johann Sebastian Bach, publicada el 1723 i escrita per a cor a cinc veus i orquestra. La corda d'un violí fa 32,5 cm de llargària i la freqüència fonamental corresponent al re major és de 38,89 Hz.

a) Dibuixeu l'harmònic fonamental i el tercer harmònic i indiqueu-ne els nodes i els ventres. Determineu les longituds d'ona de cadascun dels harmònics i calculeu la velocitat de propagació de l'ona que produeix aquesta nota en la corda del violí. Quina serà la freqüència de l'harmònic fonamental si reduïm la llargària de la corda a 27 cm tot mantenint la mateixa tensió a la corda?
[1,25 punts]

b) Un espectador situat al segon pis del Palau de la Música Catalana percep un nivell d'intensitat sonora de 30 dB, corresponent al so dels violins, situats a 23 m. Quina és la potència amb què els violins emeten el so? Si, degut a les restriccions per la COVID-19, el nombre de violinistes es redueix a la meitat, quin serà el nivell de la intensitat sonora generada pels violins a 23 m de distància?
[1,25 punts]

DADA: $I_0 = 10^{-12}\ \mathrm{W\,m^{-2}}$.

23. PAU 2021 · Juny · Sèrie 5 · Exercici 3

P3) Una corda de 60 cm té els extrems fixats i oscil·la amb una freqüència de 200 Hz en un mode que té quatre nodes: dos nodes als extrems i dos nodes interns. El punt central de la corda oscil·la amb una amplitud de 2 cm. Calculeu:

a) La velocitat de propagació de l'ona per la corda, la longitud de l'ona i la velocitat vertical màxima al centre de la corda.
[1,25 punts]

b) L'amplitud de l'oscil·lació d'un punt de la corda situat a 10 cm d'un dels extrems. L'amplitud de l'oscil·lació d'un punt de la corda situat a 20 cm d'un dels extrems. Justifiqueu les respostes.
[1,25 punts]

24. PAU 2021 · Juny · Sèrie 5 · Exercici 6

P6) Una saltadora de 60 kg fa salt de pont (*pònting*) vertical amb una corda elàstica de 30 m de longitud. A partir d'aquest moment, la persona efectua 6 oscil·lacions en 30 s. La distància del punt d'equilibri al punt més alt del moviment oscil·latori són 4 m.

a) Calculeu la freqüència, el període i la freqüència angular. Escriviu l'equació del moviment (desplaçament respecte a l'equilibri en funció del temps) si l'instant inicial correspon al punt més alt del moviment.
[1,25 punts]

b) Quant val la constant elàstica de la corda? Quan la saltadora queda aturada en el punt d'equilibri, quina és la longitud de la corda?
[1,25 punts]

DADA: No tingueu en compte les forces de fregament i suposeu que la corda elàstica es comporta com una molla que compleix la llei de Hooke.

25. PAU 2020 · Setembre · Sèrie 4 · Exercici 3

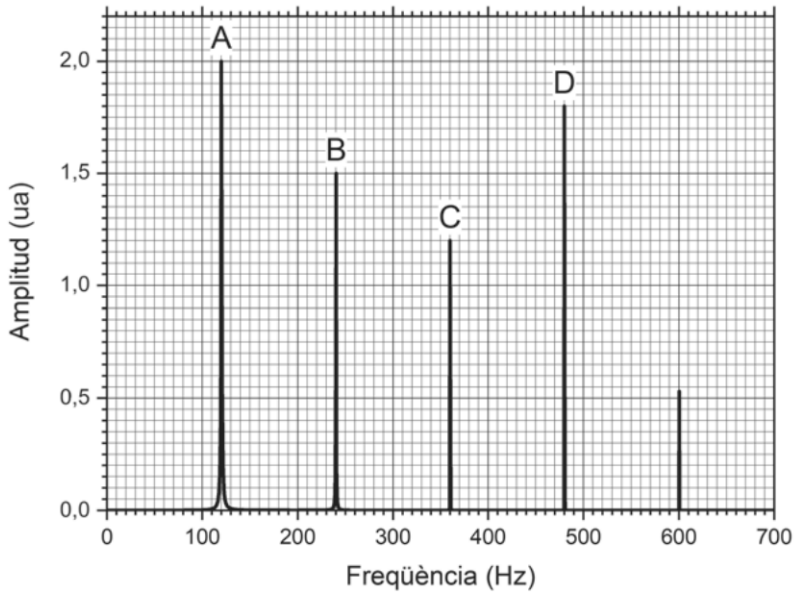
P3) El moviment dels insectes en la teranyina feta per les aranyes és un moviment harmònic simple (MHS), és a dir, es pot modelitzar com una massa a l'extrem d'una molla. S'ha observat que quan l'aranya està sola a la teranyina produeix una vibració de freqüència 12 Hz. Si un insecte d'1,00 g de massa queda atrapat a la teranyina, el conjunt aranya i insecte produeix una vibració de 10 Hz.

a) Calculeu la massa de l'aranya.
[1,25 punts]

b) Calculeu la constant elàstica d'aquesta teranyina. En quines posicions aquest MHS assoleix la màxima velocitat? I la màxima acceleració?
[1,25 punts]

26. PAU 2020 · Setembre · Sèrie 4 · Exercici 7

P7) Quan es fa vibrar una corda de 40,0 cm de llargada i fixada pels dos extrems emet un so que, un cop analitzat, produeix l'espectre següent:



a) Representeu esquemàticament les ones estacionàries corresponents als pics A, B, C i D indicant tots els nodes i tots els ventres. Calculeu la longitud d'ona de cadascuna d'aquestes quatre ones estacionàries. Quina és la velocitat de propagació?
[1,25 punts]

b) La longitud de la corda disminueix fins a 20,0 cm sense que canviï la velocitat de propagació de les ones per la corda. Quines seran les freqüències i les longituds d'ona de les quatre primeres ones estacionàries?
[1,25 punts]

P1) Freddie Mercury ha passat a la història com una de les millors veus del rock. La seva màgica veu ha estat objecte de discussió i estudi, també per a la ciència. El biofísic austríac Christian Herbst va estudiar la veu del cantant de Queen i va determinar que Mercury era un barítion amb un registre vocal que anava del fa 2 (al voltant de 92,2 Hz) al sol 5 (al voltant de 784 Hz).



FONT: *https://queenphotos.wordpress.com*.

a) Calculeu les longituds d'ona dels sons més greus i més aguts que Mercury podia emetre.

[1,25 punts]

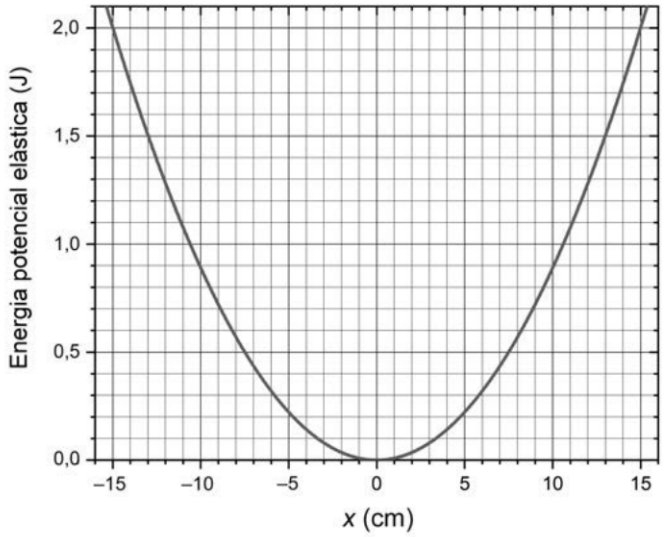
b) L'any 1985, Queen va actuar al festival Rock in Rio, en un concert que va aplegar unes 350 000 persones. En un moment de molta emoció, els assistents van començar a cantar *a cappella* la famosa cançó *Love of my life*. Si cada assistent al concert cantava amb una potència de 10^{-7} W, quin nivell d'intensitat sonora (en decibels) es podia percebre a 1 km del concert? (A aquesta distància, podeu considerar que el concert és una font puntual de so.)

[1,25 punts]

DADES: $I_0 = 10^{-12}\ \text{W m}^{-2}$.
La velocitat del so en l'aire és de $340\ \text{m s}^{-1}$.

28. PAU 2020 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 1

P1) La gràfica següent ens mostra l'energia potencial elàstica en funció de l'elongació (x) per a un sistema format per una massa unida a una molla horitzontal que compleix la llei de Hooke.



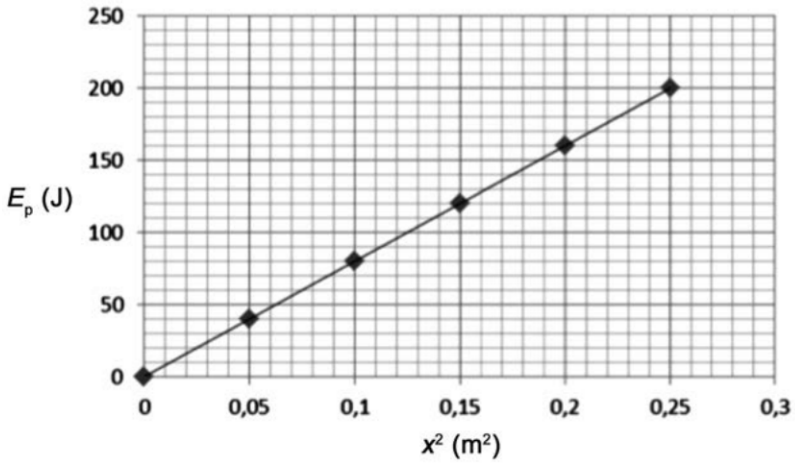
a) Trobeu el valor de la constant elàstica (o constant de rigidesa) de la molla. Quan fem oscil·lar el sistema, descriu 10 oscil·lacions completes en 6,52 s. Calculeu la massa de l'objecte que està lligat a la molla.
[1,25 punts]

b) Representeu, sobre el mateix gràfic, l'energia cinètica i l'energia mecànica en funció de l'elongació, x, per a un moviment harmònic simple de 10 cm d'amplitud.
[1,25 punts]

29. PAU 2019 · Setembre · Sèrie 5 · Exercici 1 (Part comuna)

PART COMUNA

P1) La gràfica següent mostra l'energia potencial elàstica d'un oscil·lador harmònic en funció del quadrat de la seva elongació.



L'oscil·lador té una massa de 62,5 g.

a) Calculeu el període d'oscil·lació. Si l'oscil·lador descriu un moviment vibratori harmònic amb una amplitud de 60 cm, calculeu-ne l'energia cinètica màxima.
[1 punt]

b) L'oscil·lació genera una ona en una corda que es propaga a una velocitat de 30 m s^{-1}. Escriviu l'equació de l'ona que es propaga per la corda.
[1 punt]

30. PAU 2019 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 3 (Opció A)

OPCIÓ A

P3) Un astronauta que és a l'espai vol mesurar la seva massa. Per fer-ho, s'asseu i es lliga a una cadira de 2,00 kg de massa que està unida a una molla de constant elàstica $k = 320$ N m^{-1}. L'astronauta s'impulsa i triga 62,8 s a fer 20 oscil·lacions completes.

a) Quina és la massa de l'astronauta?
[1 punt]

b) Posteriorment aquest astronauta arriba a la Lluna, on fa oscil·lar un pèndol simple d'1,00 kg de massa i 1,50 m de longitud. Aquest pèndol triga 2 min i 1 s a fer 20 oscil·lacions completes. Quina és la intensitat del camp gravitatori a la superfície de la Lluna? Quina és la massa de la Lluna?
[1 punt]

DADES: $G = 6{,}67 \times 10^{-11}$ N m^2 kg^{-2}.
$R_{\text{Lluna}} = 1{,}737 \times 10^6$ m.
El període d'oscil·lació d'un pèndol de longitud L és $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{L}{g}}$.

31. PAU 2019 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 4 (Opció B)

P4) La longitud de la corda d'un violoncel és de 70 cm i la velocitat de propagació de les ones en aquesta corda és de 308 m s^{-1}. Per al tercer harmònic:

a) Representeu esquemàticament l'ona estacionària d'aquest harmònic i indiqueu-hi tots els nodes i tots els ventres. Calculeu la longitud d'ona. Quina és la distància entre dos nodes consecutius?

[1 punt]

b) Suposant que la corda està en posició horitzontal, calculeu, per a un ventre, el temps que triga la posició vertical a passar del seu valor màxim al valor mínim (del punt més alt al punt més baix).

[1 punt]

32. PAU 2019 · Juny · Sèrie 4 · Exercici 1 (Part comuna)

PART COMUNA

P1) L'any 2004 es va aconseguir mesurar la massa d'un virus. Es va determinar la freqüència d'oscil·lació d'un braç horitzontal petitíssim, primer sense el virus i després amb el virus adherit. Sense el virus, la freqüència d'oscil·lació era de $2{,}00 \times 10^{15}$ Hz, i amb el virus, aquesta freqüència va ser de $2{,}87 \times 10^{14}$ Hz.

a) Si suposem que el braç horitzontal sense el virus adherit es comporta com una molla amb una massa oscil·lant de $2{,}10 \times 10^{-16}$ g lligada a un extrem, quina és la constant elàstica d'aquesta suposada molla?

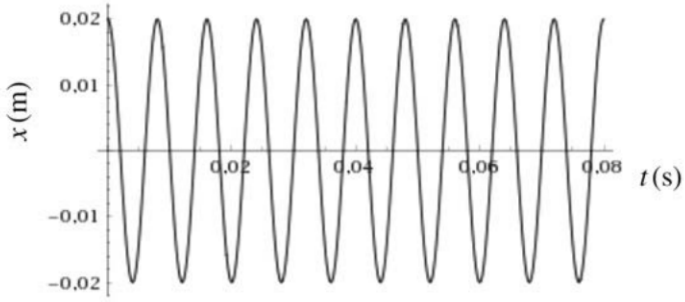
[1 punt]

b) Partint de la mateixa suposició anterior sobre el comportament oscil·latori del sistema, calculeu la massa del virus.

[1 punt]

33. PAU 2018 · Setembre · Sèrie 3 · Exercici 2 (Part comuna)

P2) La figura mostra la gràfica posició-temps d'un objecte que descriu un moviment harmònic simple (MHS).



a) Determineu l'amplitud i la freqüència i escriviu l'equació del moviment $x(t)$, incloent-hi totes les unitats. Representeu la gràfica x-t d'un moviment harmònic simple (MHS) que tingui la mateixa amplitud però la meitat de freqüència (les escales dels eixos han d'estar indicades clarament).
[1 punt]

b) Les vibracions de l'objecte generen una ona sonora en el medi que l'envolta. Quins efectes sobre la freqüència i la longitud d'ona d'aquesta ona sonora tindran els canvis següents?

— L'ona es reflecteix en una superfície.
[0,3 punts]

— L'ona passa de l'aire a l'aigua (on la velocitat del so és més gran).
[0,3 punts]

— El focus sonor es posa en moviment en direcció a nosaltres.
[0,4 punts]

34. PAU 2018 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 4 (Opció A)

P4) Les ones del mar fan navegar un vaixell a la deriva, de manera que es mou 2,00 m en vertical des del punt més alt al punt més baix cada 6,28 s.

a) Escriviu l'equació del moviment del vaixell suposant que a l'instant inicial es troba en el punt més alt. Indiqueu les unitats de totes les magnituds.
[1 punt]

b) Determineu la velocitat i l'acceleració inicials del vaixell.
[1 punt]

35. PAU 2018 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 4 (Opció B)

P4) Un gos borda amb una potència de 2,00 mW.

a) Si aquest so es distribueix uniformement per l'espai, quin és el nivell d'intensitat sonora (en dB) a una distància de 5,00 m?
[1 punt]

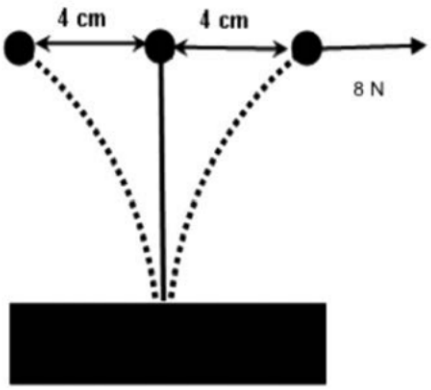
b) Si en comptes d'un gos, fossin dos gossos bordant alhora, quin seria el nivell d'intensitat sonora?
[1 punt]

DADA: Intensitat del llindar d'audició (0 dB), $I_0 = 1{,}00 \times 10^{-12}\ \mathrm{W\,m^{-2}}$.

36. PAU 2018 · Juny · Sèrie 5 · Exercici 3 (Opció A)

OPCIÓ A

P3) Una massa esfèrica d'acer de 0,300 kg està subjecta a una vareta metàl·lica prima i de massa negligible. Aquesta vareta està clavada verticalment a una massa fixa, de manera que l'extrem on hi ha la massa pot oscil·lar lliurement. Si apliquem una força de 8,00 N sobre l'esfera, aquesta es desplaça 4,0 cm. Suposeu que aquest desplaçament és rectilini i horitzontal, com mostra la figura, i que la força recuperadora de la vareta obeeix la llei de Hooke.



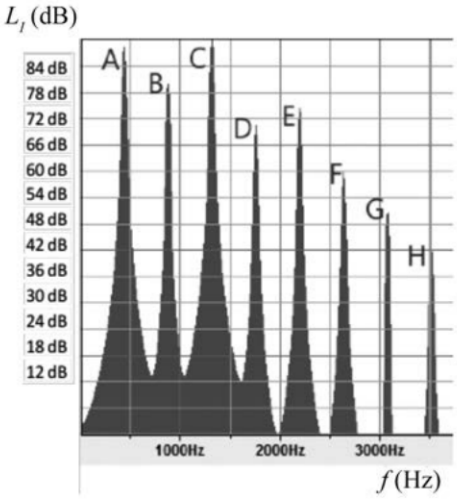
a) Calculeu la constant elàstica *k*. Deduïu, a partir de la segona llei de Newton, la fórmula per a obtenir la freqüència d'oscil·lació i calculeu el període d'oscil·lació.
[1 punt]

b) Deduïu, a partir de l'equació del moviment harmònic simple (MHS), la fórmula per a obtenir l'acceleració màxima i calculeu-la en aquest cas.
[1 punt]

37. PAU 2018 · Juny · Sèrie 5 · Exercici 3 (Opció B)

OPCIÓ B

P3) Hem recollit el so produït per un instrument musical i n'hem obtingut l'espectre representat en la figura. Els pics que hi apareixen corresponen als diferents harmònics del so produït i s'han etiquetat amb lletres de la A a la H. El pic B correspon a una freqüència de 880 Hz.



a) Digueu si el so produït per l'instrument musical és un to pur o bé és un so complex i justifiqueu la resposta. Indiqueu quin és el pic que correspon a la freqüència fonamental i quina és aquesta freqüència. Indiqueu també a quina freqüència s'espera trobar el pic següent (pic I), que no ha cabut a la figura.
[1 punt]

b) El pic amb més nivell d'intensitat (pic C) arriba a 87 dB, mentre que el pic F arriba a 60 dB. Quantes vegades és més gran la intensitat sonora corresponent al pic C que la del pic F?
[1 punt]

38. PAU 2017 · Setembre · Sèrie 2 · Exercici 2 (Part comuna)



P2) En un estadi el públic fa l'onada per celebrar la bona actuació de l'equip local. L'onada és tan gran que dos espectadors de la mateixa fila separats com a mínim per 50 m es mouen igual i ho fan cada 10 s.

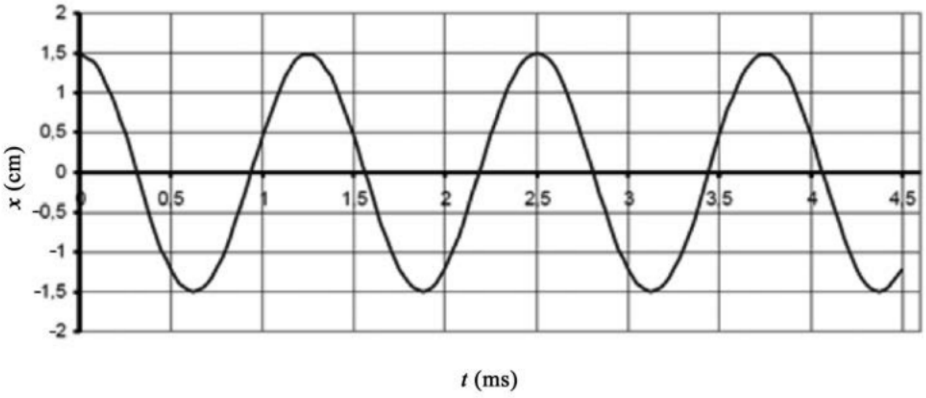
a) Si modelitzéssim aquesta onada a l'estadi com una ona, de quin tipus d'ona estaríem parlant? Calculeu-ne la longitud d'ona i la pulsació (freqüència angular).

b) Un espectador es mou 1,0 m verticalment quan s'aixeca i s'asseu per fer passar l'onada. Escriviu l'equació del moviment d'aquest espectador considerant que descriu un moviment harmònic simple i que en l'instant inicial es troba assegut, és a dir, en la seva posició mínima.

39. PAU 2017 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 3 (Opció A)

OPCIÓ A

P3) Un sistema vibrador situat al punt $x = 0$ oscil·la tal com s'indica en aquest gràfic elongació-temps i transmet el moviment a una corda, de manera que es genera una ona transversal amb una longitud d'ona de 20,0 cm.



a) Determineu el període, l'amplitud i la freqüència de la vibració i la velocitat de propagació de l'ona per la corda. Escriviu l'equació de l'ona plana (no oblideu indicar totes les unitats de les magnituds que hi apareixen).

b) Demostreu, a partir de l'equació d'ona, que la velocitat màxima a la qual es mouen els punts de la corda en les seves oscil·lacions es pot calcular amb l'expressió $v_{max} = A\omega$ (en què A és l'amplitud i ω és la pulsació).

40. PAU 2017 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 3 (Opció B)

OPCIÓ B

P3) L'agulla d'una màquina de cosir oscilla amb un desplaçament vertical de 15 mm d'un extrem a l'altre. En les especificacions del fabricant, s'indica que l'agulla fa 1 200 puntades per minut. Suposeu que l'agulla descriu un moviment harmònic simple.

a) Escriviu l'equació del moviment i representeu la gràfica posició-temps durant dos períodes, suposant que a l'instant inicial l'agulla es troba en la posició més alta.

b) Calculeu la velocitat i l'acceleració màximes de l'agulla.

41. PAU 2017 · Juny · Sèrie 5 · Exercici 2 (Part comuna)

P2) Un remer assegut a la seva barca, de comportament estacionari respecte a l'aigua, observa que les crestes de les ones passen per la proa cada 4,00 s, que l'amplitud de les crestes és de 0,30 m i que la distància entre dues crestes és de 9,00 m.

a) Calculeu la velocitat de propagació de les ones. Determineu l'equació de l'ona suposant que la fase inicial és zero.

b) En un instant donat, calculeu la diferència de fase entre dos punts que disten 4,00 m l'un de l'altre.

42. PAU 2016 · Setembre · Sèrie 1 · Exercici 3 (Opció A)

OPCIÓ A

P3) Un tub d'un orgue de la basílica de la Sagrada Família està obert pels dos extrems i fa 1,0 m de longitud.

a) Calculeu les freqüències i les longituds d'ona de les ones estacionàries que es poden propagar per aquest tub.

b) Si el tub estigués ple d'heli, el so s'hi propagaria a una velocitat de 975,0 m s^{-1}. En aquest cas, quines serien les freqüències?

DADA: Velocitat del so en l'aire = 343,0 m s^{-1}.

43. PAU 2016 · Setembre · Sèrie 1 · Exercici 3 (Opció B)

OPCIÓ B

P3) Les boies marines s'utilitzen sovint per a mesurar l'alçària de l'onatge. Una d'aquestes boies es mou seguint una oscil·lació harmònica de 3,00 m d'amplitud i 0,10 Hz de freqüència i l'ona es propaga a una velocitat de 0,50 m s^{-1}.

a) Calculeu la longitud d'ona i el nombre d'ona.

b) Escriviu l'equació de les ones que fan moure la boia suposant que la fase inicial és zero.

44. PAU 2016 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 2 (Part comuna)

P2) Tenim dues molles idèntiques. Un objecte A de 100 g que penja d'una de les molles oscil·la amb un període d'1,00 s i amb una amplitud de 5,00 cm.

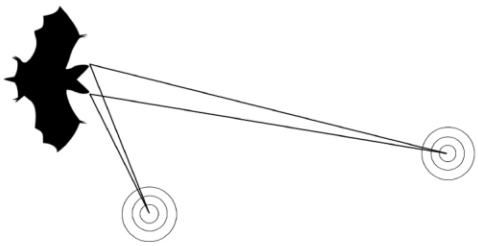
a) Volem que l'altra molla oscil·li amb la mateixa amplitud, però amb una freqüència doble que la de la molla de què penja l'objecte A. Quina massa hem de penjar a la segona molla?

b) Els dos objectes es deixen anar des de l'extrem inferior de l'oscil·lació. Representeu en una gràfica velocitat-temps la velocitat de cadascun dels objectes quan oscil·len durant 2 s en les condicions descrites. En la gràfica heu d'indicar clarament les escales dels eixos, les magnituds i les unitats. Durant els 2 s representats en la gràfica, en quins moments la diferència de fase entre els dos objectes és de π radians?

45. PAU 2016 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 3 (Opció A)

OPCIÓ A

P3) Els ratpenats emeten uns xiscles en forma d'ultrasons i utilitzen els ecos d'aquests ultrasons per a orientar-se i per a detectar obstacles i preses. Una espècie de ratpenats emet ultrasons amb una freqüència de 83,0 kHz quan caça mosquits.



a) Calculeu la longitud d'ona i el període dels ultrasons emesos per aquests ratpenats. Considereu un mosquit situat a 1,5000 m de l'orella dreta i a 1,5030 m de l'orella esquerra del ratpenat. Calculeu la diferència de fase en l'eco percebut per cada orella, provinent del mosquit.

b) Quan el mosquit està més a prop, el ratpenat també podria utilitzar la diferència d'intensitats dels ecos. Calculeu el quocient d'intensitats sonores $\frac{I_{\text{dreta}}}{I_{\text{esquerra}}}$ quan el mosquit està a 33 cm de l'orella dreta i a 34 cm de l'orella esquerra i expresseu en decibels la diferència de nivells d'intensitat sonora. Considereu que l'eco es propaga uniformement des del mosquit en totes les direccions de l'espai.

DADA: Velocitat dels ultrasons en l'aire = 340 m s^{-1}.

46. PAU 2016 · Juny · Sèrie 5 · Exercici 1 (Part comuna)

PART COMUNA

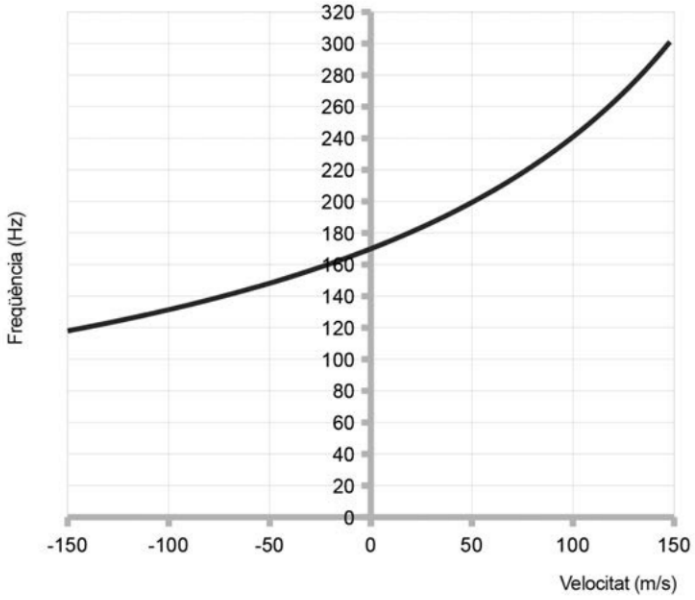
P1) El pistó d'un cilindre del motor d'explosió d'un vehicle desenvolupa un moviment vibratori harmònic simple. En un règim de funcionament determinat, té un recorregut de 20,0 cm (d'extrem a extrem) i el motor fa $1{,}91 \times 10^3$ rpm (revolucions per minut). En l'instant $t = 0{,}00$ s, el pistó està situat a 10,0 cm de la seva posició d'equilibri. Determineu:

a) L'equació de moviment i la velocitat màxima del pistó.

b) El valor de la força màxima que actua sobre el pistó, si té una massa de 200 g.

47. PAU 2015 · Setembre · Sèrie 5 · Exercici 2 (Part comuna)

P2) Hem construït aquesta gràfica a partir de dades de freqüència recollides quan una font de so es movia acostant-se a nosaltres (velocitats positives) o allunyant-se'n (velocitats negatives), a velocitats diferents.



a) Com s'anomena el fenomen que hem estudiat en aquest experiment? La font de so s'acosta a nosaltres amb un moviment rectilini uniforme (MRU) a $100\,\text{m}\,\text{s}^{-1}$ i ens sobrepassa. Quin canvi de freqüència (expressada en Hz) sentirem en el moment en què passi just pel nostre costat? La freqüència que sentirem augmentarà o disminuirà?

b) La taula següent mostra com disminueix la intensitat sonora quan ens situem a diferents distàncies d'un emissor puntual de so.

Distància (m)	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	35,0
I (mW m^{-2})	0,080	0,020	0,0089	0,0050	0,0032	0,0022	0,0016

Calculeu a quina distància, aproximadament, haurem d'estar perquè el nivell de sensació sonora sigui de 65 dB i calculeu la potència de la font sonora, suposant que emet igual en totes les direccions.

DADA: Intensitat del llindar d'audició (0 dB), $I_0 = 1{,}00 \times 10^{-12}\,\text{W}\,\text{m}^{-2}$

48. PAU 2015 · Juny · Sèrie 2 · Exercici 1 (Part comuna)

PART COMUNA

P1) Les aranyes tenen uns òrgans sensibles en els extrems de les potes que els permeten detectar les vibracions que produeixen els insectes que queden atrapats a la seva teranyina. Considereu que en una teranyina el moviment dels insectes és equivalent al que tindrien en un sistema que es mogués amb un moviment harmònic simple (MHS). Hem observat que un insecte de massa 1,58 g atrapat en una teranyina produeix una vibració de 12 Hz.



a) Calculeu la constant elàstica d'aquesta teranyina.

b) Determineu la massa d'un insecte que, en quedar atrapat a la teranyina, té un període d'oscil·lació de 0,12 s. Calculeu el valor absolut de l'acceleració màxima de l'insecte, durant el temps en què es mou a la teranyina, si l'amplitud de l'oscil·lació és de 2,0 mm.

49. PAU 2015 · Juny · Sèrie 4 · Exercici 4 (Opció B)

P4) Una boia marina sura sobre la superfície de l'aigua i descriu un moviment harmònic simple (MHS) a mesura que li arriben les ones. En un instant inicial $t = 0{,}0$ s, l'onatge que hi ha fa que el punt més alt de les ones estigui 1,0 m més amunt que el punt més baix i que arribi una ona cada 2,0 segons.

a) Escriviu l'equació del moviment de la boia.

b) Si la boia té una massa d'1,5 kg, quina és l'energia cinètica màxima de la boia?

50. PAU 2015 · Juny · Sèrie 4 · Exercici 5 (Opció A)

P5) El terme musical *soprano* es refereix a la veu més aguda, característica del sexe femení. El rang vocal típic d'aquesta veu és de més de dues octaves, del do_3 (261,7 Hz) al re_5 (1 174,7 Hz).

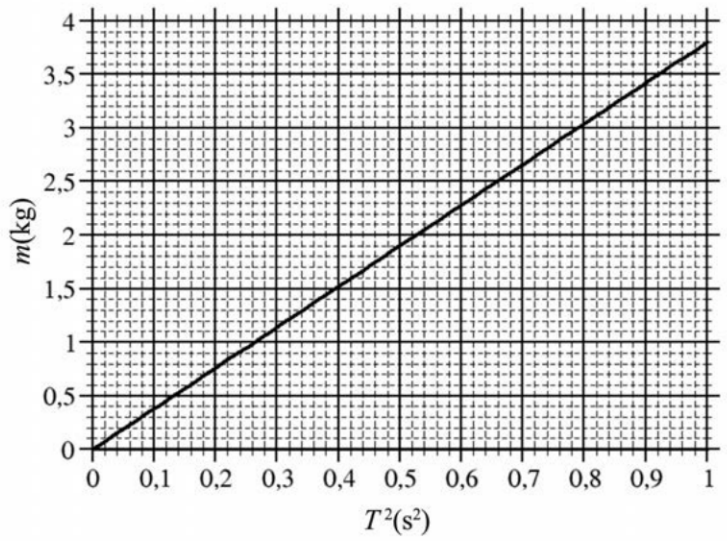
a) Calculeu les longituds d'ona dels sons més greu i més agut que pot emetre una cantant *soprano*.

b) En una actuació, un espectador situat a 10,0 m d'una *soprano* percep un nivell d'intensitat sonora de 80 dB. Calculeu la potència d'aquest so.

DADES: Intensitat del llindar d'audició (0 dB), $I_0 = 1{,}0 \times 10^{-12}$ W m^{-2}
Velocitat del so en l'aire = 340 m s^{-1}

51. PAU 2014 · Setembre · Sèrie 5 · Exercici 5 (Opció A)

P5) Una manera d'obtenir la constant elàstica d'una molla és penjar-hi una massa i mesurar-ne el període de les petites oscil·lacions al voltant de la posició d'equilibri. En la gràfica següent hi ha representada la relació entre la massa penjada de la molla i el quadrat del període de les oscil·lacions:

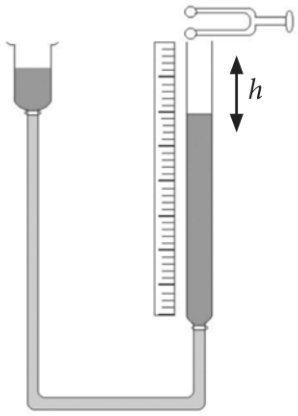


a) A partir de la gràfica, calculeu la constant elàstica de la molla. Si l'amplitud de les oscil·lacions fos de 0,10 m, quina seria l'energia cinètica màxima assolida per la massa en l'oscil·lació?

b) Suposem que la constant elàstica de la molla és de 150 N m^{-1}, hi pengem una massa d'1,5 kg i la fem oscil·lar amb una amplitud de 0,20 m. Quina és l'acceleració màxima que assoleix? Si submergim tot el conjunt en un recipient ple d'aigua de manera que la massa oscil·la fins a aturar-se a causa del fregament, quin és el treball fet per la força de fregament que ha aturat l'oscil·lació?

52. PAU 2014 · Setembre · Sèrie 5 · Exercici 5 (Opció B)

P5) Per a mesurar la velocitat del so en l'aire podem fer servir un tub de ressonància. Regulant el nivell de l'aigua, es poden produir situacions de ressonància quan l'ona estacionària té un ventre a l'extrem obert del tub. Quan el diapasó vibra amb una freqüència de 440 Hz, fem baixar el nivell de l'aigua fins que observem la primera situació de ressonància per a $h = 19$ cm, que es reconeix perquè es produeix una intensificació nítida del so, i també observem una segona situació de ressonància per a $h = 57$ cm.



a) Dibuixeu l'esquema de l'ona estacionària per a cadascuna de les situacions de ressonància descrites i determineu la velocitat del so en l'aire.

b) Si el diapasó emet ones sonores amb una potència de 0,01 W, calculeu els decibels que percebrà una persona situada a 3 m.

DADA: Intensitat del llindar d'audició: $I_0 = 10^{-12}$ W m^{-2}

Institut d'Estudis Catalans

53. PAU 2014 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 5 (Opció A)

P5) D'una manera molt simplificada, podem dir que la trompeta és un instrument musical de vent en què les diferents notes són produïdes aplicant aire per un extrem (que es considera tancat a causa de la presència dels llavis del músic) i que s'emeten per l'altre, considerat obert.

Les notes produïdes corresponen a determinats harmònics associats a les ones estacionàries que s'originen a l'instrument. La trompeta consta també de tres pistons que, quan es premen, augmenten de manera efectiva la longitud i canvien les notes emeses.

a) Si la longitud total del tub que representa la trompeta és $l_0 = 0{,}975$ m, indiqueu quina és la longitud d'ona i la freqüència dels tres primers modes de vibració estacionaris que es poden generar a la trompeta.

b) Quan el músic fa sonar l'instrument mentre prem el segon pistó, produeix la nota *si* de la tercera octava, de freqüència $f = 247$ Hz. Sabent que aquesta nota correspon al segon mode de vibració permès a la cavitat de l'instrument, quina és ara la longitud efectiva de la cavitat? Quin és el recorregut extra Δl que fa l'aire dins de la trompeta quan es prem aquest pistó?

DADA: Velocitat del so en l'aire, 340 m s^{-1}

54. PAU 2014 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 5 (Opció B)

P5) El timbre que sona en una escola a l'hora del pati perquè els alumnes tornin a classe és molt fort. Per tal de saber fins on el sentiran, en cas de no haver-hi edificis ni cap mena de pèrdua d'energia, mesurem amb el telèfon intel·ligent (*smartphone*) el nivell d'intensitat sonora a 7,0 m de distància del timbre i obtenim un valor de 50 dB. Calculeu:

***a*)** La intensitat del so en el lloc on fem la mesura.

***b*)** La potència del timbre. A partir de quina distància del timbre els alumnes deixaran de sentir el so?

DADA: Les persones no poden percebre els sons que tenen una intensitat inferior a $I_0 = 1{,}0 \times 10^{-12}\ \mathrm{W\,m^{-2}}$. Suposeu que el timbre és un emissor de so puntual que emet en totes les direccions.

55. PAU 2014 · Juny · Sèrie 4 · Exercici 5 (Opció A)



P5) L'agulla d'una màquina de cosir oscil·la verticalment entre dos punts separats per una distància de 20 mm. En les especificacions del fabricant s'indica que l'agulla pot fer 1 800 puntades per minut. Si sabem que l'agulla descriu un moviment harmònic simple:

a) Determineu la freqüència en Hz i escriviu l'equació del moviment suposant que en el moment inicial l'agulla es troba en la posició de màxima altura.

b) Calculeu la velocitat i l'acceleració màximes de l'agulla.

56. PAU 2014 · Juny · Sèrie 4 · Exercici 5 (Opció B)



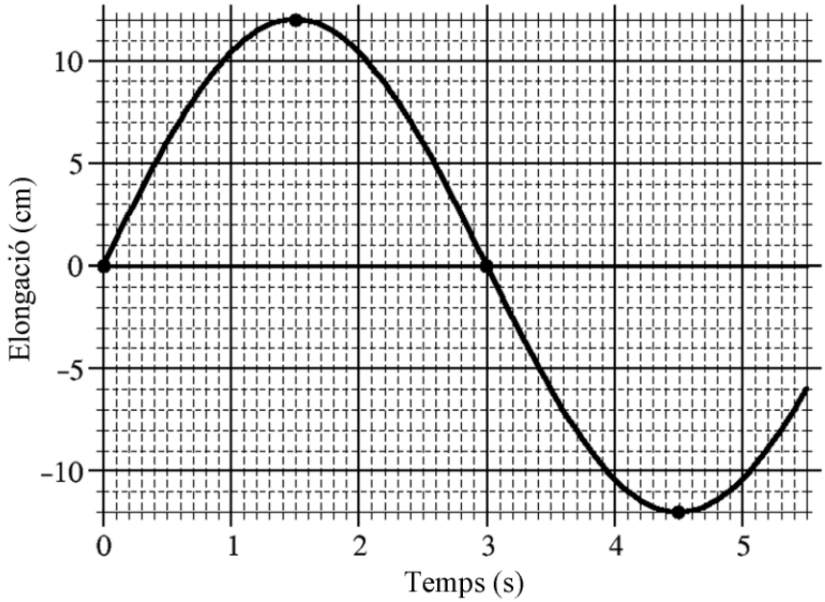
P5) La corda d'un violí fa 32 cm de llargària i vibra amb una freqüència fonamental de 196 Hz.

a) Expliqueu raonadament quina és la longitud d'ona del mode fonamental i digueu en quins punts de la corda hi ha els nodes i els ventres. Calculeu la velocitat de propagació de les ones que, per superposició, han generat l'ona estacionària de la corda.

b) Dibuixeu, de manera esquemàtica, el perfil de l'ona estacionària del tercer i del cinquè modes de vibració i calculeu-ne les freqüències.

57. PAU 2013 · Setembre · Sèrie 1 · Exercici 4 (Opció A)

P4) La gràfica següent representa el moviment d'un cos de 250 g de massa que oscil·la, sense fregament, unit a una molla.

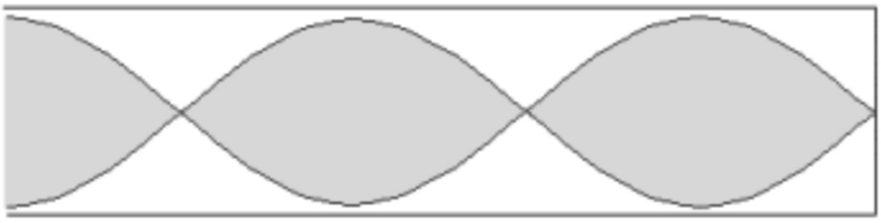


a) Calculeu l'amplitud, la freqüència angular, el període i la fase inicial d'aquest moviment.

b) Escriviu l'equació del moviment i calculeu l'energia mecànica total del sistema.

58. PAU 2013 · Setembre · Sèrie 1 · Exercici 4 (Opció B)

P4) El clarinet és un instrument de fusta en forma de tub en el qual es generen ones estacionàries. L'instrument es pot assimilar a un tub ple d'aire obert per un extrem i tancat per l'altre. La figura mostra el mode tercer harmònic, on l'aire vibra amb una freqüència de 637 Hz.



a) Quina és la llargària del clarinet?

b) Si la nota es toca amb una intensitat d'$1{,}00 \times 10^{-5}\ \mathrm{W\,m^{-2}}$ i produeix una intensitat sonora determinada a dos metres de distància, en quants decibels augmenta el nivell de sensació sonora a la mateixa distància si la intensitat es duplica?

DADA: $v_{so} = 340\ \mathrm{m\,s^{-1}}$

59. PAU 2013 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 4 (Opció B)

P4) Disposem d'una massa lligada a una molla que fa un moviment harmònic simple. Sabem que a l'instant inicial la seva posició i velocitat són $x = 1{,}00\ \text{m}$ i $v = -5{,}44\ \text{m s}^{-1}$, i que les energies cinètica i potencial en aquest mateix instant són $E_k = 12{,}00\ \text{J}$ i $E_p = 4{,}00\ \text{J}$. Calculeu:

a) La constant de recuperació de la molla i el valor de la massa del cos que fa el moviment, així com l'energia mecànica total del sistema.

b) L'amplitud, la freqüència angular i la fase inicial del moviment harmònic que fa la massa. Escriviu l'equació del moviment resultant.

60. PAU 2013 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 5 (Opció A)

P5) Les sis cordes d'una guitarra vibren entre dos punts fixos (el pont i la celleta). Per a certes freqüències de vibració de la corda es generen ones estacionàries entre tots dos extrems. Si la guitarra està afinada, la vibració de la primera corda en el mode fonamental correspon a la nota mi, de 330 Hz.

a) Determineu la longitud d'ona del mode fonamental, si la longitud de la corda són 65,0 cm, i calculeu també la velocitat de propagació de les ones que, per superposició, generen l'ona estacionària.

b) Si un espectador situat a 3,0 m de distància de la guitarra percep una sensació sonora de 30 dB, quina sensació sonora percebrà si sonen tres guitarres idèntiques tocant la mateixa nota?

DADA: Intensitat llindar, $I_0 = 1{,}0 \times 10^{-12}\ \text{W m}^{-2}$

61. PAU 2013 · Juny · Sèrie 4 · Exercici 2 (Part comuna)

P2) En la vida quotidiana estem sotmesos a moviments vibratoris. Per exemple, en caminar, córrer, viatjar amb algun mitjà de locomoció o estar a prop d'alguna màquina. A l'hora de dissenyar vehicles i màquines, cal fer un estudi d'aquests moviments per tal d'aconseguir que siguin confortables i segurs, ja que els efectes de les vibracions poden anar des de simples molèsties fins al dolor o la mort.

Aquests estudis solen utilitzar l'acceleració màxima del moviment vibratori com a variable, per a relacionar-la amb les molèsties que percebem.

Se sap que som molt sensibles a un moviment vibratori de 6,0 Hz i que, amb aquesta freqüència, a partir d'una acceleració màxima de $6{,}0\ \text{m s}^{-2}$, les molèsties són tan fortes que ens poden arribar a alarmar.

a) Calculeu l'amplitud d'oscil·lació que correspon a un moviment vibratori harmònic de 6,0 Hz i una acceleració màxima de $6{,}0\ \text{m s}^{-2}$.

b) Calculeu el valor de la constant elàstica d'una molla per tal que una massa de 85 kg que hi estigui enganxada oscil·li amb una freqüència de 6,0 Hz.

62. PAU 2012 · Setembre · Sèrie 4 · Exercici 4 (Opció B)

P4) La membrana d'un altaveu vibra amb una freqüència de 300 Hz i una amplitud de 1,00 mm i produeix un to pur. En les condicions de l'experiment, la velocitat del so és 340 m s^{-1}.

a) Calculeu la longitud d'ona, la pulsació i el període del so produït.

b) Indiqueu com seran, qualitativament, la freqüència i la longitud d'ona enregistrades per un observador en cada un dels casos següents, comparades (més gran / més petit / igual) amb la freqüència i la longitud d'ona originals:

— L'altaveu s'acosta ràpidament a l'observador.

— El so arriba a l'observador després d'haver-se reflectit en una paret.

63. PAU 2012 · Setembre · Sèrie 4 · Exercici 5 (Opció A)

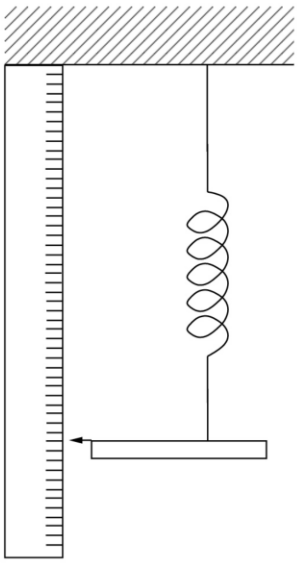
P5) Les cordes d'una guitarra tenen una longitud de 78,0 cm. Sabem que una de les cordes, quan vibra en el seu harmònic fonamental, emet un la, que correspon a una freqüència de 220 Hz.

a) Dibuixeu el perfil de l'ona quan la corda vibra en l'harmònic fonamental. Quina serà la longitud d'ona del so produït? Quina és la velocitat de propagació de les ones que, per superposició, han format l'ona estacionària de la corda?

b) Dibuixeu la corda quan vibra i emet un so corresponent al tercer harmònic. Indiqueu, en aquest cas, els nodes i els ventres de l'ona i calculeu-ne les posicions.

64. PAU 2012 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 2 (Part comuna)

P2) Disposem d'una molla de constant de recuperació $k = 4{,}00\ \text{N m}^{-1}$ i de longitud natural $l = 20{,}0$ cm, amb la qual volem fer una balança. Per fer-la, pengem la molla verticalment per un dels extrems i, a l'altre, col·loquem una plataforma de massa $m = 20{,}0$ g amb un dial, de manera que aquest indiqui el valor de la mesura sobre una escala graduada, tal com es mostra a la figura.



a) Determineu la lectura que marca el dial en col·locar la plataforma i deixar que el sistema s'aturi. Considereu que el zero del dial coincideix amb l'extrem superior del regle de la figura.

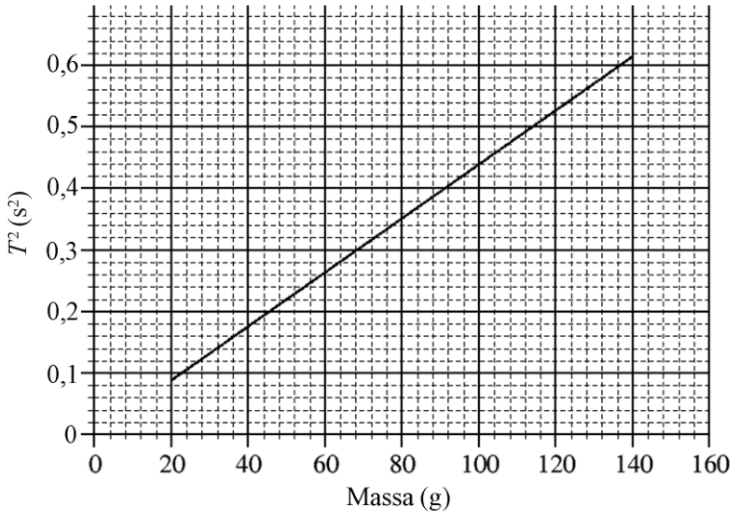
b) Afegim un objecte de massa $M = 300$ g damunt de la plataforma. A continuació, desplacem el conjunt una distància de 10,0 cm respecte a la nova posició d'equilibri i el deixem anar, de manera que el sistema comença a oscil·lar lliurement. Amb quina velocitat tornarà a passar per la posició d'equilibri?

65. PAU 2012 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 4 (Opció A)

P4) Duem a terme l'experiència següent: pengem d'una molla fixada en un suport per un dels seus extrems set masses diferents, i provoquem que aquestes masses facin petites oscil·lacions i realitzin un MVHS. Mesurem amb molta cura el temps que triga a fer deu oscil·lacions cadascuna de les masses i, a partir d'aquí, obtenim els períodes (T) del moviment, el quadrat dels quals es representa en la gràfica.

a) Calculeu la constant elàstica de la molla i expliqueu raonadament si depèn de la massa. Indiqueu el període que mesuraríem si provoquéssim les oscil·lacions amb una massa de 32,0 g.

b) El MVHS que descriu la massa de 100 g que hem penjat de la molla té una amplitud de 10,0 cm. Calculeu l'elongació i l'acceleració que tindrà la massa quan hauran transcorregut 3,00 s des del moment en què l'hem deixat oscil·lar a partir del punt més baix de la trajectòria.



66. PAU 2012 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 4 (Opció B)

P4) Una ona transversal avança per una corda. L'emissor que la produeix vibra amb una freqüència de 25,0 Hz. Considereu que l'ona avança en el sentit positiu de l'eix x. El centre emissor està situat a l'origen de coordenades, i l'elongació en l'instant inicial és nul·la. Sabem que la distància entre dos punts consecutius que estan en el mateix estat de vibració és 24,0 cm i que l'amplitud de l'ona és 3,00 cm. Calculeu:

a) La velocitat de l'ona, la freqüència angular (pulsació), el nombre d'ona i l'equació de l'ona.

b) La velocitat d'oscil·lació i l'acceleració d'un punt situat en $x = 6{,}00$ m en l'instant $t = 3{,}00$ s.

67. PAU 2011 · Setembre · Sèrie 2 · Exercici 1

P1) La massa dels astronautes a l'espai es mesura amb un aparell que es basa en el moviment vibratori harmònic. Quan l'astronauta s'hi col·loca, l'aparell inicia un moviment vibratori i en mesura la freqüència. Sabem que per a una massa de 60 kg, la freqüència d'oscil·lació és 0,678 Hz.

a) Calculeu la velocitat màxima d'oscil·lació d'aquesta massa si sabem que l'amplitud màxima d'oscil·lació és 20 cm.

b) Si la massa d'un astronauta fa oscil·lar l'aparell a una freqüència de 0,606 4 Hz, calculeu la constant elàstica de la molla i la massa de l'astronauta.

68. PAU 2011 · Setembre · Sèrie 2 · Exercici 3 (Opció A)

Opció A

P3) La corda d'una guitarra mesura 0,65 m de llargària i vibra amb una freqüència fonamental de 440 Hz.

a) Expliqueu raonadament quina és la longitud d'ona de l'harmònic fonamental i digueu en quins llocs de la corda hi ha els nodes i els ventres. Calculeu la velocitat de propagació de les ones que, per superposició, han generat l'ona estacionària de la corda.

b) Dibuixeu el perfil de l'ona estacionària del segon i del quart harmònic i calculeu-ne la freqüència.

69. PAU 2011 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 3 (Opció A)

Opció A

P3) En l'últim campionat mundial de futbol, la *vuvuzela*, un instrument musical d'animació molt sorollós, atesa la forma cònica i acampanada que té, va despertar una gran controvèrsia per les molèsties que causava. Aquest instrument produeix el so a una freqüència de 235 Hz i crea uns harmònics, és a dir, sons múltiples de la freqüència fonamental (235 Hz), d'entre 470 Hz i 1 645 Hz de freqüència. La *vuvuzela* és molt irritant, perquè els harmònics amb freqüències més altes són els més sensibles per a l'oïda humana.

NOTA: Considereu que el tub sonor és obert pels dos cantons.

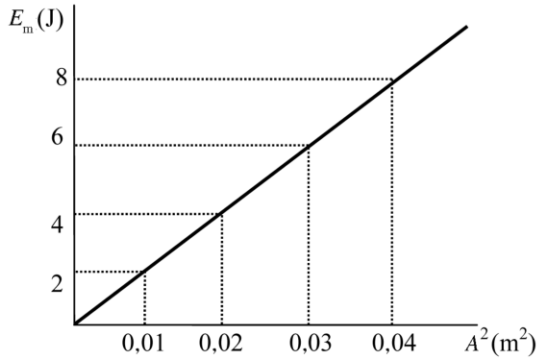
a) Amb les dades anteriors, calculeu la longitud aproximada d'una *vuvuzela*.

b) Un espectador es troba a 1 m d'una *vuvuzela* i percep 116 dB. Molest pel soroll, s'allunya fins a una distància de 50 m. Quants decibels percep, aleshores?

DADES: $v_{\text{so a l'aire}} = 340$ m/s; $I_0 = 10^{-12}$ W/m^2.

70. PAU 2011 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 4 (Opció A)

P4) Una massa de 0,5 kg descriu un moviment harmònic unida a l'extrem d'una molla, de massa negligible, sobre una superfície horitzontal sense fregament. En la gràfica següent es relaciona el valor de l'energia mecànica de la molla amb el quadrat de l'amplitud d'oscil·lació del moviment harmònic:



Calculeu:

a) El valor de la freqüència d'oscil·lació.

b) El valor de la velocitat màxima de la massa quan l'amplitud d'oscil·lació del moviment és 0,141 4 m.

71. PAU 2011 · Juny · Sèrie 4 · Exercici 1

P1) Una massa $m = 0{,}3$ kg, situada en un pla horitzontal sense fricció i unida a una molla horitzontal, descriu un moviment vibratori harmònic. L'energia cinètica màxima de la massa és 15 J.

a) Si sabem que entre els dos punts del recorregut en què el cos té una velocitat nul·la hi ha una distància de 50 cm, calculeu l'amplitud, la freqüència i el període del moviment i la constant elàstica de la molla.

b) Calculeu la posició, la velocitat i l'acceleració del cos en l'instant $t = 3$ s, considerant que quan $t = 0$ s el cos té l'energia cinètica màxima.

72. PAU 2011 · Juny · Sèrie 4 · Exercici 4 (Opció A)

P4) Els grills perceben sons de freqüència d'entre 20 Hz i 100 kHz i els saltamartins perceben sons d'entre 15 Hz i 35 kHz de freqüència. Les balenes blanques emeten sons de 20 Hz. Si el so de la balena arriba a la superfície amb un angle de 60° respecte de la normal, calculeu:

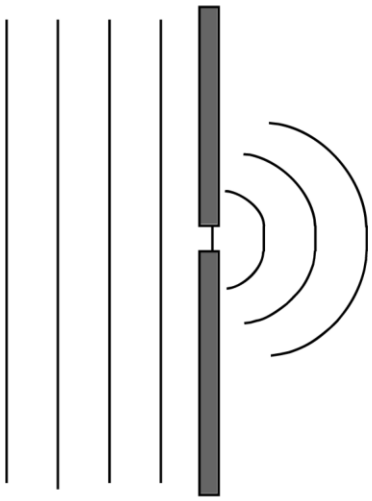
a) L'angle amb què sortirà el so de la balena a l'aire. Podran sentir aquest so els grills i els saltamartins que són arran de la costa? I dalt d'un penya-segat?

b) La longitud d'ona, dins i fora de l'aigua, del so produït per la balena.

DADES: $v_{\text{so a l'aire}} = 340$ m/s; $v_{\text{so a l'aigua}} = 1\,500$ m/s.

73. PAU 2011 · Juny · Sèrie 4 · Exercici 5 (Opció B)

P5) En la figura es mostren els fronts d'ona d'un so que travessa un obstacle.



a) Anomeneu el fenomen que s'indica. Quines condicions ha de tenir l'obstacle perquè es produeixi aquest fenomen d'una manera perceptible? Expliqueu breument alguna situació en què aparegui aquest fenomen.

b) Dibuixeu els fronts d'ona, d'una manera semblant a la figura, en el cas d'una ona sonora plana que es refracta en passar d'un medi en què la velocitat del so és 340 m/s a un altre en què la velocitat del so és 500 m/s, amb un angle d'incidència de 20°, i en el del so d'un clàxon d'un cotxe que es produeix mentre l'automòbil es desplaça ràpidament cap a un observador.

Expliqueu raonadament, en tots dos casos, si la velocitat de propagació, la longitud d'ona i la freqüència augmenten, es mantenen igual o disminueixen.

74. PAU 2010 · Setembre · Sèrie 2 · Exercici 4 (Opció A)

P4) Alguns instruments musicals, com la flauta, estan formats per un tub en què es produeixen ones estacionàries. Podem imaginar-nos la flauta com un tub ple d'aire, obert pels dos extrems, en què es formen ones estacionàries amb ventres en els dos extrems. Si la llargària del tub és 70,0 cm:

a) Dibuixeu el perfil de l'ona corresponent a l'harmònic fonamental produït a l'interior del tub de la flauta. Determineu la freqüència de l'harmònic fonamental i la dels dos primers sobretons (segon i tercer harmònics) que es produiran en aquest tub.

b) Quan fem sonar la flauta, produïm una sensació sonora de 65 dB en un observador situat a 2,0 m. Quina sensació sonora percebrà el mateix observador si en comptes d'una flauta sonen tres flautes idèntiques alhora?

DADA: $v_{so} = 340$ m/s.

75. PAU 2010 · Setembre · Sèrie 2 · Exercici 4 (Opció B)

P4) Una molla de constant $k = 125$ N/m té un extrem fix i, en l'altre, hi ha lligada una massa de 200 g que pot lliscar sobre una superfície horitzontal sense fregament. Desplacem inicialment la massa 12 cm de la posició d'equilibri, tot allargant la molla, i la deixem anar. Determineu:

a) El valors màxims de les energies cinètica i potencial assolides durant el moviment i la velocitat màxima de la massa.

b) El període i la freqüència del moviment harmònic resultant. Escriviu també l'equació d'aquest moviment prenent $t = 0$ com l'instant en què s'ha deixat anar la massa.

76. PAU 2010 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 2

P2) Una ona harmònica transversal es propaga per una corda a una velocitat de 6,00 m/s. L'amplitud de l'ona és 20 mm i la distància mínima entre dos punts que estan en fase és 0,40 m. Considereu la direcció de la corda com l'eix x i que l'ona es propaga en el sentit positiu d'aquest eix.

a) Calculeu la longitud d'ona, el nombre d'ona, la freqüència, el període i la freqüència angular (pulsació).

b) Escriviu l'equació de l'ona sabent que, en l'instant inicial, l'elongació d'un punt situat a l'origen de coordenades és màxima. Calculeu l'expressió de la velocitat amb què vibra un punt de la corda situat a una distància de 10 m respecte de l'origen de la vibració. Quina és la velocitat màxima d'aquest punt?

77. PAU 2010 · Juny · Sèrie 4 · Exercici 3 (Opció A)

Opció A

P3) Observem que dues boies de senyalització en una zona de bany d'una platja, separades una distància de 2 m, oscil·len de la mateixa manera amb l'onatge de l'aigua del mar. Veiem que la mínima distància en què té lloc aquest fet és, justament, la separació entre les dues boies. Comptem que oscil·len trenta vegades en un minut i observem que pugen fins a una alçada de 20 cm.

a) Determineu la freqüència, la longitud d'ona i la velocitat de les ones del mar.

b) Escriviu l'equació que descriu el moviment de les boies en funció del temps, si comencem a comptar el temps quan les boies són en la posició més alta. Escriviu l'equació de la velocitat de les boies en funció del temps.

78. PAU 2010 · Juny · Sèrie 4 · Exercici 3 (Opció B)

Opció B

P3) Cadascun dels extrems d'un diapasó presenta un moviment vibratori harmònic amb una freqüència de 1 000 Hz i una amplitud d'1 mm. Aquest moviment genera en l'aire una ona harmònica de so de la mateixa freqüència. El moviment dels dos extrems està en fase.

a) Calculeu, per a un dels extrems del diapasó, l'elongació i la velocitat del seu moviment vibratori quan faci $3{,}3 \cdot 10^{-4}$ s que ha començat a vibrar, comptat a partir de la posició que correspon a la màxima amplitud.

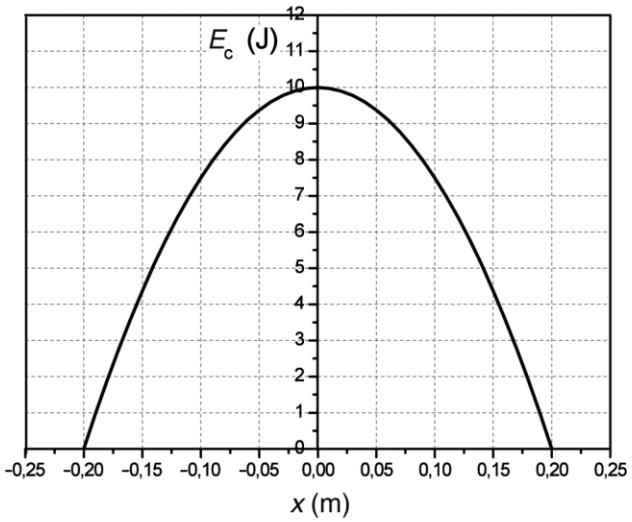
b) Raoneu si, en l'aire, es produiria el fenomen d'interferència a partir de les ones de so que es generen en els dos extrems del diapasó. Si s'esdevé aquest fenomen, indiqueu en quins punts es produiran els màxims d'interferència.

DADA: $v_{\text{so a l'aire}} = 340$ m/s.

79. PAU 2010 · Juny · Sèrie 5 · Exercici 3 (Opció A)

Opció A

P3) La gràfica següent representa l'energia cinètica d'un oscil·lador harmònic en funció de l'elongació (x).



a) Digueu el valor de l'energia cinètica i de l'energia potencial quan $x = 0$ m i quan $x = 0{,}20$ m. Determineu la constant elàstica.

b) Calculeu la massa de l'oscil·lador, si sabem que la freqüència de vibració és $(100/2\pi)$ Hz.

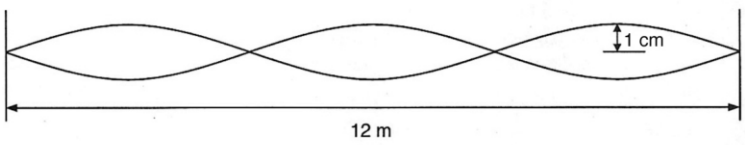
80. PAU 2010 · Juny · Sèrie 5 · Exercici 3 (Opció B)

Opció B

P3) El dibuix següent representa una ona estacionària que s'ha generat en una corda tensa quan una ona harmònica que es propagava cap a la dreta s'ha superposat amb la que s'ha reflectit en un extrem.

a) Indiqueu-ne els nodes. Determineu la distància entre nodes i la longitud d'ona estacionària. Quina és l'amplitud de les ones que, en superposar-se, han originat l'ona estacionària?

b) Sabent que cada punt de la corda vibra a raó de trenta vegades per segon, escriviu l'equació de l'ona inicial (si suposem que $y(0, 0) = 0$) i calculeu-ne la velocitat de propagació.



81. PAU 2009 · Juny · Sèrie 3 · Exercici 2 (Opció B)

Opció B

P2) Un cos de 10 kg de massa es penja d'una molla vertical i s'observa que la molla s'allarga 2 cm. A continuació, estirem la molla cap avall i el sistema comença a oscil·lar fent un moviment harmònic simple de 3 cm d'amplitud.
Calculeu:

a) L'equació del moviment que seguirà el cos.

b) La velocitat del cos oscil·lant al cap de 5 s d'haver començat el moviment.

c) La força recuperadora de la molla al cap de 6 s d'haver començat el moviment.

Les dues qüestions següents tenen format de pregunta d'elecció múltiple. A cada pregunta (tant la 1 com la 2) es proposen tres respostes (*a*, *b*, *c*), de les quals només UNA és correcta. Trieu la resposta que considereu correcta i traslladeu-la al quadern de respostes. Indiqueu-hi el número de la qüestió, el número de la pregunta i, al costat, la lletra que precedeix la resposta que hàgiu triat (exemple: Q2-2-*c*). No cal que justifiqueu la resposta.

Q3) **1.** Les persones miops utilitzen lents divergents. Les imatges que forma una lent divergent, comparades amb els objectes, són

a) més petites i més pròximes.
b) més grans i més llunyanes.
c) Depèn de si es troben a una distància de la lent més gran o més petita que la distància focal.

2. Les radiacions UV tenen una longitud d'ona d'entre 15 i 400 nanòmetres, mentre que les radiacions IR tenen longituds d'ona compreses entre 0,75 i 1 000 μm. Si considerem que per a trencar un enllaç d'una molècula típica de les que es troben en un ésser viu és necessària una energia de $4{,}7 \cdot 10^{-19}$ J,

a) la molècula es pot trencar amb fotons de radiació IR de 100 μm, però no amb fotons de radiació UV de 100 nm.
b) la molècula es pot trencar amb fotons de radiació UV de 100 nm, però no amb fotons de radiació IR de 100 μm.
c) Cap de les opcions anteriors no és certa.

DADES: $h = 6{,}63 \cdot 10^{-34}$ J · s; $c = 3{,}00 \cdot 10^{8}$ ms^{-1}; 1 nm = 10^{-9} m.

Q4) Suposem que la distància entre la Terra i el Sol es reduís a la meitat.

1. La força d'atracció entre el Sol i la Terra seria

a) el doble.
b) la meitat.
c) quatre vegades més gran.

2. La durada de l'any terrestre

a) disminuiria.
b) augmentaria.
c) seria la mateixa.

82. PAU 2009 · Juny · Sèrie 4 · Exercici 2 (Opció A)

Opció A

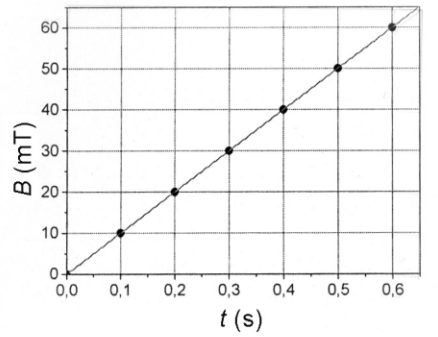
P2) L'equació d'una ona harmònica transversal que es propaga en una corda tensa de gran longitud és $y(x, t) = 0{,}03 \cdot \sin(2\pi t - \pi x)$, on x i y s'expressen en metres i t, en segons. Calculeu:

a) La velocitat de propagació de l'ona, el període i la longitud d'ona.

b) L'expressió de la velocitat d'oscil·lació de les partícules de la corda i la velocitat màxima d'oscil·lació.

c) A l'instant $t = 2{,}0$ s, el valor del desplaçament i la velocitat d'un punt de la corda situat a $x = 0{,}75$ m.

Q3) En un circuit de 50 cm^2 de superfície, hi apliquem un camp magnètic perpendicular al pla que defineix el circuit. El seu mòdul varia amb el temps, tal com es representa en la gràfica.



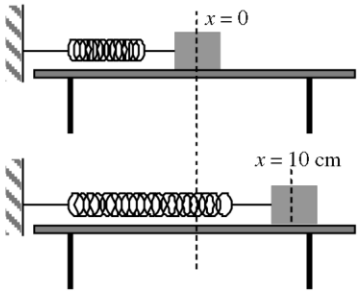
a) Determineu l'equació amb què s'obté la variació del camp magnètic en funció del temps.

b) Calculeu el valor de la força electromotriu induïda en el circuit.

Q4) Els cometes descriuen òrbites el·líptiques molt allargades al voltant del Sol, de manera que la distància del cometa al Sol varia molt. En quina posició respecte al Sol el cometa va a una velocitat més gran? I en quina va a una velocitat més petita? Justifiqueu les respostes utilitzant arguments basats en l'energia.

Opció B

P2) Sobre una taula horitzontal hi ha una massa de 380 g lligada a l'extrem d'una molla de constant recuperadora $k = 15$ N/m. L'altre extrem de la molla és fix, i el fregament del conjunt és negligible. Desplacem la massa 10 cm des de la posició d'equilibri, tal com es veu a les figures següents, i la deixem anar.



Trobeu:

a) El període del moviment.

b) L'equació del moviment, tenint en compte que quan $t = 0$ s, la molla està a l'elongació màxima positiva, com es veu a la segona figura.

c) L'energia cinètica de la massa quan passa per un punt situat 2 cm a la dreta de la posició d'equilibri.

Les dues qüestions següents tenen format de pregunta d'elecció múltiple. A cada pregunta (tant la 1 com la 2) es proposen tres respostes (*a*, *b*, *c*), de les quals només UNA és correcta. Trieu la resposta que considereu correcta i traslladeu-la al quadern de respostes. Indiqueu-hi el número de la qüestió, el número de la pregunta i, al costat, la lletra que precedeix la resposta que hàgiu triat (exemple: Q2-2-*c*). No cal que justifiqueu la resposta.

Q3) **1.** La imatge d'un objecte produïda per un mirall pla és
- ***a***) dreta, real, de la mateixa mida i simètrica respecte de la superfície del mirall.
- ***b***) dreta, virtual, de la mateixa mida i simètrica respecte de la superfície del mirall.
- ***c***) dreta, virtual, de mida diferent i simètrica respecte de la superfície del mirall.

2. La imatge que forma una lent divergent i prima és sempre
- ***a***) virtual, dreta i de mida més petita que l'objecte.
- ***b***) dreta o invertida, segons el lloc on estigui situat l'objecte.
- ***c***) virtual, dreta i de mida més gran que l'objecte.

Q4) Dins d'un camp magnètic constant, un electró descriu un moviment circular i uniforme en un pla horitzontal com el d'aquest paper, amb un sentit de gir com el de les agulles del rellotge.

1. El camp magnètic que obliga l'electró a descriure el moviment circular
- ***a***) depèn de la velocitat de l'electró.
- ***b***) és perpendicular a aquest paper i de sentit cap enfora.
- ***c***) és perpendicular a aquest paper i de sentit cap endins.

2. Podem considerar que, quan gira, l'electró és un corrent elèctric elemental i, per tant,
- ***a***) crea un camp magnètic, a l'interior de la seva trajectòria, perpendicular al paper i de sentit cap enfora.
- ***b***) no crea cap camp magnètic.
- ***c***) crea un camp magnètic, a l'interior de la seva trajectòria, perpendicular al paper i de sentit cap endins.

84. PAU 2008 · Juny · Sèrie 5 · Exercici 1

P1) Una molla horitzontal està unida per l'extrem de l'esquerra a la paret i per l'extrem de la dreta a una partícula de massa 2 kg. Separem la partícula una distància de 25 cm cap a la dreta de la seva posició d'equilibri i la deixem anar. En aquest moment comencem a comptar el temps. La partícula descriu un moviment harmònic simple amb un període de 0,75 s. Quan la partícula es trobi a 0,10 m a la dreta del punt central de l'oscil·lació i s'estigui movent cap a la dreta, determineu:

a) L'energia cinètica de la partícula.

b) L'energia mecànica del sistema.

c) La força resultant que actua sobre la partícula. Doneu-ne el mòdul, la direcció i el sentit.

Q1) A partir de les dades de la taula següent, calculeu el radi de l'òrbita del planeta Júpiter.

Planeta	*Radi de l'òrbita (km)*	*Període de revolució (anys)*
Terra	$148 \cdot 10^6$	1,0
Júpiter		11,9

Q2) Un vagó de massa M es desplaça a una velocitat $\boldsymbol{v}$ per una via horitzontal sense fricció i xoca contra un altre vagó idèntic aturat. Si després de l'impacte ambdós vagons queden units, quin percentatge de l'energia inicial s'ha perdut en el xoc?

85. PAU 2007 · Setembre · Sèrie 3 · Exercici 2 (Opció B)

Opció B

P2) Un cos de 100 g de massa realitza un moviment vibratori harmònic simple de 20 cm d'amplitud i fa 10 oscil·lacions en 2 s. Deduïu:

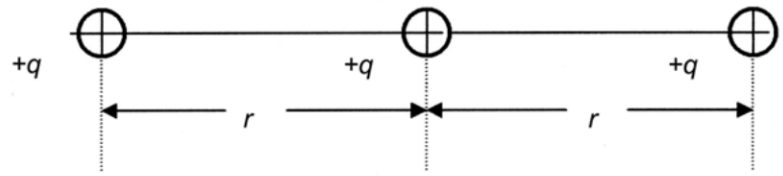
a) El valor de la velocitat del cos quan l'elongació és la meitat de l'amplitud.

b) El valor de l'energia mecànica del cos.

c) L'equació de l'ona generada, si es transmet amb una velocitat de 20 m/s.

Les dues qüestions següents tenen format de prova objectiva. A cada pregunta (1 o 2) es proposen tres respostes (*a*, *b*, *c*) de les quals només UNA és correcta. Trieu la resposta que considereu correcta i traslladeu-la al quadern de respostes. Indiqueu-hi el número de la qüestió, el número de la pregunta i, al costat, la lletra que precedeix la resposta que hàgiu triat (exemple: Q2-2-*c*). No cal que justifiqueu la resposta.

Q3) Es disposa un sistema de càrregues elèctriques positives, puntuals, del mateix valor i alineades tal com indica la figura:



1. L'energia potencial electrostàtica del sistema és

a) $2k\frac{q^2}{r}$.

b) $3k\frac{q^2}{2r}$.

c) $5k\frac{q^2}{2r}$.

2. Si la càrrega del centre s'apropés a un dels extrems, l'energia potencial electrostàtica del sistema

a) augmentaria.
b) disminuiria.
c) no canviaria, perquè el sistema seria el mateix.

Q4) **1.** Considereu un disc que gira a velocitat angular ω constant.

a) Els punts de la perifèria tenen més acceleració que els de prop de l'eix.
b) Els punts de la perifèria tenen menys acceleració que els de prop de l'eix.
c) No hi ha cap punt accelerat.

2. Si el disc redueix la velocitat des de ω_0 fins a 0 amb acceleració constant α,

a) el nombre de voltes que fa fins a aturar-se és igual a $\omega_0/2\alpha$.
b) el temps que triga a aturar-se és igual a ω_0^2/α.
c) el temps que triga a reduir la velocitat a la meitat és $\omega_0/2\alpha$.

Opció A

P2) En un medi indeterminat es propaga una ona transversal i plana, representada per l'equació

$$y = 0{,}20 \cos \pi\,(4t - x),$$

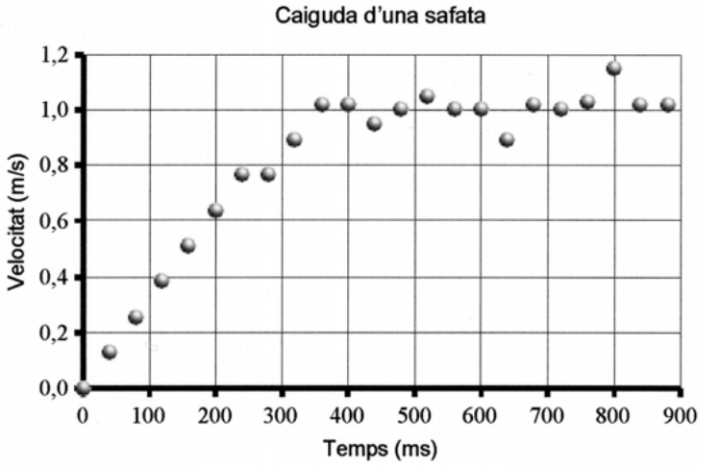
en unitats del sistema internacional (SI). Calculeu:

a) La velocitat de propagació de l'ona en el medi.

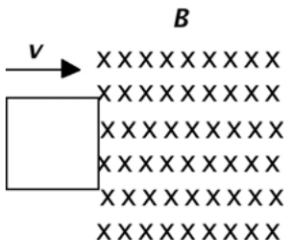
b) El mòdul de l'acceleració màxima de vibració de les partícules del medi.

c) L'acceleració d'una partícula del medi situada a 5 cm del focus emissor quan l'estat de vibració de la partícula és $y = -0{,}10$ m.

Q3) Al laboratori, la manera més fàcil de simular la caiguda d'un paracaigudista és deixar caure una safata de paper de la grandària d'un CD, aproximadament. Se n'ha estudiat el moviment de caiguda, i el resultat es representa en la gràfica següent. Descriviu el moviment de manera qualitativa i quantitativa.



Q4) Una espira quadrada es desplaça cap a una zona on hi ha un camp magnètic uniforme perpendicular al pla de l'espira, com s'indica en la figura. Deduïu raonadament el sentit del corrent induït a l'espira quan aquesta està entrant dins la zona del camp magnètic.



3

Opció A

P2) Una corda està unida per un extrem a una paret i està lliure per l'altre extrem. Fem vibrar l'extrem lliure harmònicament i es genera una ona transversal, descrita per l'equació

$$y = 4 \sin 2\pi(t/2 - x/4),$$

en què l'amplitud es mesura en centímetres mentre que el temps, t, i la distància, x, es mesuren en unitats del sistema internacional (SI). Calculeu:

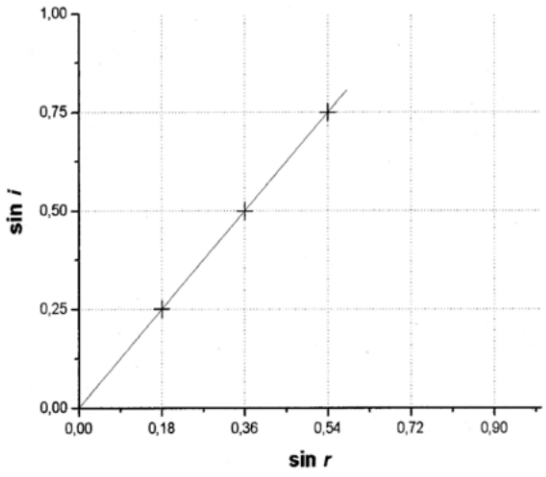
a) La velocitat de vibració d'un punt de la corda que dista 5 m de l'extrem lliure, en l'instant $t = 3$ s.

b) La diferència de fase entre dos punts de la corda que disten 1 m i 3 m de la paret, respectivament, en un mateix instant.

c) Quant tardaria la vibració a arribar a la paret des de l'extrem lliure en què es genera, si la corda tingués una longitud de 10 m.

Q3) En una experiència de laboratori fem incidir un raig de llum vermella amb diferents angles d'incidència, i, sobre una làmina de vidre; mesurem els corresponents angles de refracció, r, i n'obtenim la gràfica adjunta. Quant val l'índex de refracció del vidre per a la llum vermella? A quina velocitat es propaga la llum vermella en aquest vidre?

DADES: $c = 3 \cdot 10^8$ m/s.



Q4) Un protó entra en un camp magnètic uniforme, ***B***, amb una determinada velocitat, ***v***. Descriviu el tipus de moviment que efectuarà dins del camp si:

a) Els vectors ***v*** i ***B*** són paral·lels.

b) Els vectors ***v*** i ***B*** són perpendiculars.

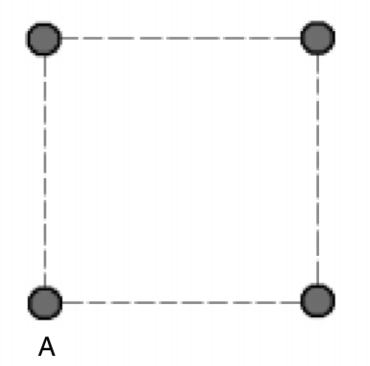
3

Opció A

P2. Fent servir un diapasó es genera una ona sonora unidimensional de 440 Hz de freqüència i 10 mm d'amplitud, que viatja en direcció radial des del focus emissor. La velocitat de propagació del so en l'aire, en les condicions de l'experiment, és de 330 $m \cdot s^{-1}$. Determineu:

a) L'equació del moviment de l'ona generada (en unitats de l'SI).
b) El desfasament en la vibració de dos punts separats 1,875 m en un mateix instant.
c) La màxima velocitat de vibració (en unitats de l'SI) d'una molècula d'oxigen de l'aire que fa de transmissor de l'ona, que es troba a 1 m del diapasó.

Q3. Quatre fils conductors idèntics, A, B, C i D, perpendiculars al pla del paper, tallen el paper en els vèrtexs d'un quadrat tal com indica la figura. Per tots els fils circulen corrents elèctrics iguals i en el mateix sentit. Indiqueu la direcció i el sentit de la força resultant exercida sobre el conductor A per la resta de conductors.



Q4. Calculeu l'energia i la quantitat de moviment dels fotons de llum roja de longitud d'ona $\lambda = 600$ nm.

Dades: $h = 6{,}62 \cdot 10^{-34}$ J·s, $c = 3 \cdot 10^{8}$ $m \cdot s^{-1}$

Opció B

P2. Un objecte de massa 3 kg penja d'una molla. Des de la seva posició d'equilibri l'estirem cap avall una distància de 25 cm i, des d'aquest punt i trobant-se inicialment en repòs, el deixem oscil·lar lliurement. El període d'oscil·lació és d'1 s. Determineu:

a) Les constants A, ω, φ, en unitats de l'SI, de l'equació $y = A \cos(\omega t + \varphi)$ que descriu el moviment de l'objecte.
b) El valor màxim de l'acceleració de l'objecte, la seva direcció i sentit, i els punts de la trajectòria en què s'assoleix.
c) La constant recuperadora de la molla.

Les dues qüestions següents tenen format de prova objectiva. En cada pregunta (1 i 2) de cada qüestió (Q3 i Q4) es proposen tres respostes (a, b, c), de les quals només una és correcta. Trieu la resposta que considereu correcta i traslladeu-la al quadernet de respostes. Indiqueu-hi el número de la pregunta i, al costat, la lletra que precedeix la resposta que considereu correcta (exemple: 2.c).

No heu de justificar la resposta escollida.

Q3. Una partícula descriu un moviment parabòlic en les proximitats de la superfície de la Terra.

1. Es conserva:
a) L'energia cinètica de la partícula.
b) La quantitat de moviment de la partícula.
c) L'energia mecànica de la partícula.

2. En el punt més alt de la trajectòria de la partícula, es compleix que:
a) L'acceleració normal de la partícula és nul·la.
b) L'acceleració tangencial de la partícula és nul·la.
c) La velocitat de la partícula és nul·la.

Q4. Un electró inicialment en repòs es deixa lliure en un punt de l'espai, en presència del camp elèctric creat per una càrrega puntual positiva.

1. Quan l'electró es desplaça en el camp elèctric:
a) Augmenta la seva energia potencial electrostàtica.
b) Segueix el sentit de les línies de camp.
c) Es mou en la direcció de potencial elèctric creixent.

2. Quan l'electró es desplaça entre dos punts del camp que tenen una diferència de potencial de 1.000 V:
a) La seva energia cinètica augmenta en 1.000 J.
b) La seva energia cinètica augmenta en 1.000 eV.
c) La seva energia mecànica augmenta en 1.000 eV.

90. PAU 2005 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 2 (Opció B)

OPCIÓ B

P2. Una ona harmònica transversal es propaga per un medi material homogeni segons l'equació

$$y\,(x,\,t) = 0{,}3\,\cos\,\pi\,(1{,}5\,t - 3\,x),$$

expressada en unitats del SI. Determineu:

a) La velocitat de propagació de l'ona, la longitud d'ona i el període.
b) L'amplitud de l'oscil·lació d'una partícula del medi i la seva velocitat màxima en el moviment d'oscil·lació.
c) L'acceleració, en el moviment d'oscil·lació, d'una partícula del medi que es troba en la posició $x = 0{,}25$ m en l'instant $t = 1$ s.

Les dues qüestions següents tenen format de prova objectiva. En cada pregunta (1 a 5) es proposen tres respostes (a, b, c), de les quals només una és correcta. Trieu la resposta que considereu correcta i traslladeu-la al quadernet de respostes. Indiqueu-hi el número de la pregunta i, al costat, la lletra que precedeix la resposta que considereu correcta (exemple: 2.c).

No heu de justificar la resposta escollida.

Q3. En el joc del billar les boles tenen masses iguals, i poden xocar entre elles o rebotar en una de les bandes de la taula de billar.

1. Les bandes de la taula estan dissenyades perquè les boles hi rebotin elàsticament. En un d'aquests rebots:
a) Es conserva la quantitat de moviment.
b) Es conserva l'energia cinètica.
c) No es conserva ni la quantitat de moviment ni l'energia cinètica

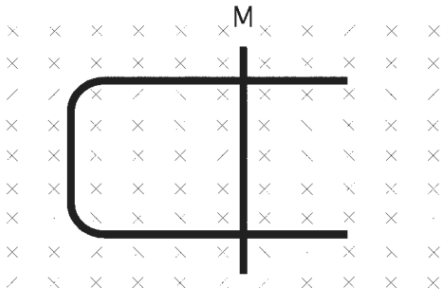
2. El xoc entre dues boles és parcialment inelàstic. En un xoc d'aquesta mena:
a) Es conserva la quantitat de moviment.
b) Es conserva l'energia cinètica.
c) No es conserva ni la quantitat de moviment ni l'energia cinètica.

3. En un xoc entre dues boles, les forces que s'exerceixen entre si:
a) Són iguals en mòdul i direcció, i tenen sentits contraris.
b) Tenen mòdul diferent, perquè el mòdul de la força sobre cada bola depèn de la velocitat amb què la bola arriba al xoc.
c) Tenen direcció diferent, perquè la direcció de la força sobre cada bola depèn de la direcció de la velocitat amb què la bola surt del xoc.

4. Si una de les boles inicialment està aturada i el xoc és frontal, quina de les situacions finals següents és impossible:
a) La bola que estava aturada és la que es mou més ràpidament.
b) Les boles surten en sentits contraris.
c) Les boles surten en el mateix sentit.

5. Si en el cas anterior el xoc hagués estat elàstic, en la situació final:
a) Les boles es reparteixen la velocitat inicial, la meitat cadascuna.
b) Les boles es reparteixen l'energia cinètica inicial, la meitat cadascuna.
c) La bola que estava aturada es queda amb tota l'energia cinètica.

Q4. Sobre el conductor metàl·lic en forma de ⊂ de la figura pot lliscar la barra metàl·lica M. Tot el conjunt es troba en un pla horitzontal, en presència d'un camp magnètic uniforme de mòdul *B*, direcció perpendicular al pla del paper i sentit cap a dins.



1. Si la barra llisca a velocitat constant en el sentit en què augmenta la superfície delimitada pel circuit, s'indueix un corrent en el circuit que:

a) Circula en el sentit de gir de les agulles del rellotge.
b) Circula en sentit contrari al del gir de les agulles del rellotge.
c) Creix en el temps.

2. Si el flux magnètic a través de la superfície delimitada pel circuit, en funció del temps, ve donat per $\Phi = 0{,}1 \cdot t$ (en unitats de l'SI), la força electromotriu del corrent induït en el circuit en els primers 5 s té un valor de:

a) 5 V.
b) 0,5 V.
c) 0,1 V.

3. Si la barra llisqués sobre el conductor en forma de ⊂ amb un moviment vibratori harmònic:

a) La força electromotriu del corrent induït en el circuit tindria un valor constant.
b) El corrent induït seria un corrent altern.
c) No s'induiria corrent, perquè el circuit no conté cap generador.

4. Si la barra es mantingués immòbil sobre el conductor en forma de ⊂, i disminuís progressivament el valor del camp magnètic en el circuit:

a) No s'induiria corrent.
b) S'induiria corrent en el sentit de gir de les agulles del rellotge.
c) S'induiria corrent en sentit contrari al del gir de les agulles del rellotge.

5. Si el conductor en forma de ⊂ girés entorn de l'eix vertical definit per la barra M:

a) Circularia un corrent d'intensitat constant.
b) No circularia corrent.
c) Circularia un corrent d'intensitat variable.

91. PAU 2005 · Juny · Sèrie 4 · Exercici 2 (Opció A)

OPCIÓ A

P2. En una cubeta d'ones es generen ones transversals planes de 10 cm d'amplitud. El generador fa 10 oscil·lacions cada 5 s. La vora de la cubeta es troba a 60 cm de distància, i les ones tarden 1 s a arribar-hi. Determineu:

a) L'equació de les ones generades en la superfície de la cubeta (en unitats de l'SI).

Les ones fan oscil·lar un tap de suro de 5 g que es troba a la cubeta, amb un moviment vibratori harmònic. Calculeu:

b) L'energia cinètica del suro quan la seva elongació és de 5 cm.
c) L'energia mecànica total del suro.

Q3. L'energia cinètica d'una partícula carregada, pot ser modificada per un camp magnètic uniforme? I per un camp elèctric uniforme? Justifiqueu les respostes.

Q4. Se sap que la sensibilitat més gran de l'ull humà correspon a la llum de longitud d'ona $\lambda = 5{,}5 \cdot 10^{-7}$ m. Determineu l'energia i la quantitat de moviment dels fotons d'aquesta longitud d'ona.

Dades: $h = 6{,}62 \cdot 10^{-34}$ J·s, $c = 3 \cdot 10^{8}$ m/s

92. PAU 2004 · Juny · Sèrie 1 · Exercici 2 (Opció A)

OPCIÓ A

P2. Un cos de massa m es troba sobre una superfície horitzontal sense fricció, lligat a l'extrem d'una molla ideal. El cos experimenta un moviment vibratori harmònic simple, representat per l'equació $x = 0{,}02 \cos (10\ t + \pi/2)$ en unitats del sistema internacional.

a) Calculeu els valors màxims de la posició i la velocitat del cos. Indiqueu en quins punts de la trajectòria s'assoleixen aquests valors màxims.
b) Si m = 150 g, calculeu la constant recuperadora de la molla. Calculeu també l'energia total del moviment.
c) Calculeu el mòdul de la velocitat del cos quan aquest es troba en la posició corresponent a la meitat de l'amplitud.

Q3. Dos satèl·lits que tenen la mateixa massa descriuen òrbites circulars al voltant d'un planeta. Les òrbites tenen radis a i b, amb a < b. Raoneu quin dels dos satèl·lits té més energia cinètica.

Q4. Una esfera conductora de radi 2 cm té una càrrega de –3 μC.

a) Quant val el potencial elèctric creat per l'esfera en un punt que dista 3 cm del centre de l'esfera?
b) Quant val el camp elèctric creat per l'esfera en un punt que dista 1 cm del centre de l'esfera?

Dada: $k = 1/(4\pi\varepsilon_0) = 9 \cdot 10^{9}$ N · m^2/C^2.