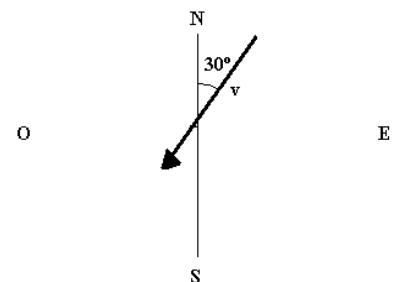




Aquest treball s'ha de presentar el dia i hora de l'examen de recuperació de la matèria al setembre. La presentació d'aquest treball és obligatòria per poder recuperar la Física de 1r de Batxillerat. La presentació del treball es farà en un dossier amb bona presentació. El treball representarà un 10% de la qualificació.

Tema 1. La ciència i les seves eines de treball.

1. Fes un resum breu del tema.
2. Explica el procés de deducció i posa un exemple.
3. En mesurar diverses vegades una longitud s'han obtingut els valors següents en mm:
22,9; 23,1; 22,8; 22,9; 22,8; 22,7
Quina mesura prendrem? Quina serà la cota de l'error absolut?. Y l'error relatiu?.
4. Quina diferència hi ha entre magnituds escalars i magnituds vectorials? Exposa dos exemples de cadascuna.
5. Calcula l'angle que formen els vectors $\mathbf{u} = 2\mathbf{i} - 3\mathbf{j}$ i $\mathbf{v} = 7\mathbf{i} + 4\mathbf{j}$.
6. Un cilindre massís de radi 3,00 cm i altura 15,0 cm té una massa de 859 g. Calcula la densitat del cilindre amb el mateix nombre de xifres significatives que les dades.
7. Un cos que pesa 80 N es troba sobre un pla inclinat de 30° . Calcula el component del pes paral·lel al pla i perpendicular al pla. Fes un dibuix.
8. Calcula un vector unitari de la mateixa direcció però de sentit contrari al vector:
 $\mathbf{a} = 5\mathbf{i} - 3\mathbf{j}$. Representa els vectors en els eixos de coordenades.
9. Explica el procés d'inducció i posa un exemple.
10. Calcula la cota de l'error relatiu en uns mesuraments els resultats dels quals són els següents:
 - Longitud: $60\,000 \pm 30$ mm
 - Massa: $80,00 \pm 0,02$ kg
 - Temps: 150 ± 3 s
 - Densitat: $50,3 \pm 0,2$ g/cm³Quin dels quatre mesuraments és el més precís i quin és el menys precís?
11. Donats els vectors $\mathbf{a} = 2\mathbf{i} - 3\mathbf{j}$ i $\mathbf{b} = 7\mathbf{i} + 4\mathbf{j}$; calcula numèricament i gràficament la diferència $\mathbf{a} - \mathbf{b}$.
12. Calcula la component del vector $\mathbf{c} = 4\mathbf{i} - 3\mathbf{j}$ en la direcció del vector $\mathbf{v} = 2\mathbf{i} + 4\mathbf{j}$.
13. Una esfera massissa de radi 3,50 cm té una densitat de $8,59$ kg/m³. Calcula la seva massa amb el mateix nombre de xifres significatives que les dades.
14. El vector \mathbf{v} de la figura representa la velocitat del vent, que és de 45 km/h. Un veler navega en la direcció nord-sud. Calcula el component de la velocitat del vent en la direcció del veler i en la direcció perpendicular.
15. Hem mesurat l'alçada d'una persona amb una cinta mètrica que aprecia fins al mil·límetre i ens ha donat 1,643 m. Expressa el resultat de la mesura en cm i indicant l'interval d'incertesa.
16. Explica breument els passos del mètode científic.

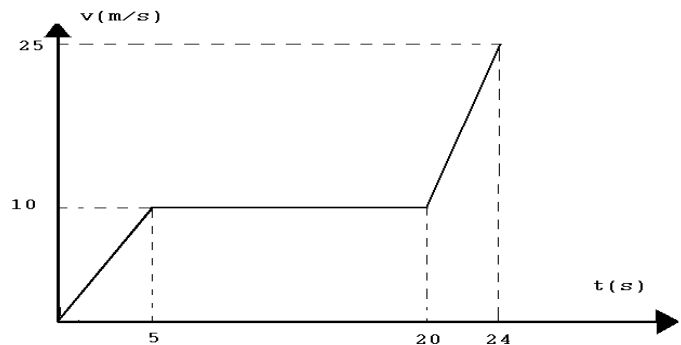


17. Una esfera de radi 12,5 dm es vol pintar amb una pintura que cobreix 2,07 m² de superfície per kg de pintura. Calcula la massa en grams que gastarem de pintura amb el mateix nombre de xifres significatives que les dades.
18. Efectua els següents canvis d'unitats fent servir factors de conversió:
- $9 \cdot 10^8 \text{ cm} \rightarrow \mu\text{m}$ $6 \cdot 10^{-5} \text{ Gg} \rightarrow \text{mg}$ $500 \text{ dm}^2 \rightarrow \text{km}^2$
 $2 \cdot 10^{10} \text{ ns} \rightarrow \text{ks}$ $36 \text{ hm}^3 \rightarrow \text{dm}^3$

Tema 2. Cinemàtica.

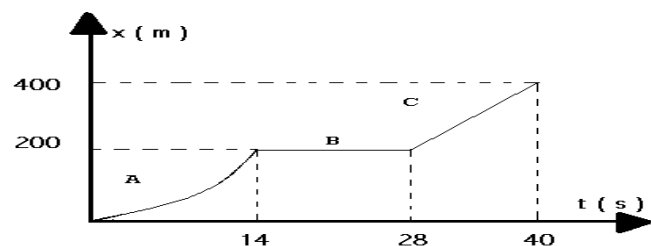
- Fes un resum breu del tema.
- Amb quina velocitat inicial hem de llançar verticalment cap amunt un cos per què arribi fins a una altura de 100 m?. Quan de temps tardarà a arribar-hi?.
- Des d'una altura de 50 m sobre el terra es llança un cos obliquament cap amunt amb una velocitat inicial de 25 m/s que forma un angle de 37° amb l'horitzontal. Considera l'acceleració de la gravetat de 10 m/s². Suposant nul·la la resistència de l'aire, determina:
 - El vector de posició del mòbil en funció del temps i l'abast.
 - El mòdul de la velocitat del mòbil en l'altura màxima i quan arriba al terra.
- La velocitat instantània d'un mòbil puntual en funció del temps, expressada en unitats del SI, és: $\mathbf{v} = (t^2 - 8)\mathbf{i} + (5 - 2t)\mathbf{j}$. Calcula'n l'acceleració mitjana entre els instants $t = 1\text{ s}$ i $t = 4\text{ s}$.
- Per una carretera rectilínia circula un mòbil A, a velocitat constant de 72 km/h, i passa davant un rètol que indica que hi ha una gasolinera a 1500 m. Dos segons més tard que aquest mòbil A passi per davant del rètol, circulant en sentit contrari, un altre mòbil B passa per la gasolinera a 108 km/h. Calculeu en quin instant i en quin punt es troben els dos mòbils.

6. Donada la gràfica v-t, calcula:
- L'acceleració de cada tram.
 - L'espai recorregut total.



7. Llancem verticalment cap amunt una partícula a una velocitat inicial de 20 m/s.
 - A quina altura màxima arribarà?.
 - Quant temps tardarà a tornar al punt de llançament?. Quina velocitat tindrà en aquest instant?.
8. Una pedra llançada horitzontalment des de dalt d'un penya-segat a una velocitat de 15 m/s cau a terra a una distància de 45 m de la base.
 - Quina alçaria té el penya-segat?.
 - Calcula el mòdul i la direcció de la velocitat quan la pedra xoca amb el terra.
9. Un mòbil puntual A es troba en la posició $\mathbf{r}_{0A} = -2\mathbf{i} + 5\mathbf{j}$ m en el instant $t_{0A} = 0$ i es desplaça amb velocitat constant $\mathbf{v}_A = 3\mathbf{i} - 2\mathbf{j}$ m/s. Un altre mòbil puntual B es troba en la posició $\mathbf{r}_{0B} = 24\mathbf{i} + 8\mathbf{j}$ m en el instant $t_{0B} = 2\text{ s}$ i es mou amb velocitat $\mathbf{v}_B = -2\mathbf{i} - 4\mathbf{j}$ m/s, també constant. Determina si els dos mòbils xocaran.
10. Un automòbil, inicialment en repòs, es desplaça amb una acceleració de 6 m/s² durant 5 s. Durant el 20 s següents es mou amb moviment uniforme. A continuació frena amb una acceleració de 7,5 m/s² fins a parar-se. Calcula:
 - La velocitat màxima que assoleix.
 - L'espai total recorregut.
 - El temps de frenada.

11. Donada la gràfica x-t,
- Indica el tipus de moviment que hi ha en cada tram.
 - Calcula la velocitat en els trams B i C.



12. Un ciclista s'entrena donant voltes amb la bicicleta en una pista circular de 50 m de radi a un ritme de 5 voltes cada 2 min i 37 s. Calculeu:
 - a) La velocitat angular i la velocitat lineal en unitats del S.I.
 - b) L'acceleració centrípeta.
13. Uns cavallets d'una atracció de fira, quan estan en funcionament, giren amb un moviment circular uniforme i tenen una velocitat lineal de 0,63 m/s. Els cavallets es troben a una distància de 5 m respecte de l'eix de gir. Calcula:
 - a) La velocitat angular en unitats del S.I. i en rpm.
 - b) L'acceleració centrípeta.
14. Ceres és el planeta nan més petit del Sistema Solar i durant molts anys va ser considerat un asteroide, ja que està situat en el cinturó que hi ha entre Mart i Júpiter. Ceres té un període orbital al voltant del Sol de 4,60 anys. Si considerem una òrbita aproximadament circular de radi mitjà $4,15 \cdot 10^8$ km, determina:
 - a) El període de Ceres en segons.
 - b) La velocitat angular de Ceres respecte del Sol, en rad/s.
 - c) La velocitat orbital lineal de Ceres.
 - d) Quantes voltes fa Ceres al voltant del Sol en un segle.
15. Explica si la següent afirmació és vertadera o falsa: Un cos no es pot moure en una trajectòria circular si no és que té una acceleració centrípeta.

Tema 3. Dinàmica.

1. Fes un resum breu del tema.
2. Es tiba un cos de 5 kg, que està situat sobre un pla horitzontal amb un coeficient de fregament 0,2, amb una força de 30 N que forma un angle de 40° amb el pla. Suposant que $g = 10 \text{ m/s}^2$, quin espai recorrerà en 10 s si parteix del repòs? : **168 m.**
3. A una màquina d'Atwood (dues masses penjades dels extrems d'una corda que passa per una politja) les dues masses valen 90 i 106 g. En l'instant inicial, el dispositiu està en repòs. Trobeu, no prenent en consideració les friccions, ni les masses de la politja i del fil i agafant la $g = 9,8 \text{ m/s}^2$:
 - a) El mòdul de l'acceleració de les masses : **0,8 m/s².**
 - b) La tensió dels fils : **0,954 N.**
4. Un cos de 5 kg està sobre un pla horitzontal amb un coeficient de fregament 0,2. Mitjançant una corda i a través d'una politja està unit a un altre cos de 3 kg que penja lliurement sense tocar enlloc. Prenent $g = 10 \text{ m/s}^2$, digueu:
 - a) Quant val el mòdul de l'acceleració dels cossos? : **2,5 m/s².**
 - b) Quant val la tensió de la corda que els uneix? : **22,5 N.**
5. Un objecte de fusta té una massa de 240 kg i una densitat de $0,8 \text{ g/cm}^3$. Prenent $g = 10 \text{ m/s}^2$, calculeu:
 - a) L'empenta si està submergit dins de l'aigua : **3000 N.**
 - b) La força que el faria pujar : **600 N.**
 - c) L'acceleració : **2,5 m/s².**
 - d) L'empenta quan està flotant : **2400 N.**
 - e) El volum que té fora de l'aigua quan està flotant : **0'06 m³.**
6. Una metralladora dispara 10 bales de 20 g cada segon. Calculeu la força (en valor mitjà) que ha de fer per impedir-ne el retrocés si la velocitat de les bales és 400 m/s : **80 N.**
7. Un camió porta una massa de 100 kg. Els coeficients de fricció estàtic i dinàmic entre el camió i la càrrega valen tots dos 0,4. Prenent $g = 10 \text{ m/s}^2$, trobeu:
 - a) La màxima acceleració del camió si no vol perdre el cos : **4 m/s².**
 - b) La força de fregament si l'acceleració val 3 m/s^2 : **300 N.**
 - c) La força de fregament si l'acceleració val 6 m/s^2 : **400 N**

8. Un cotxe es mou sobre una pista circular que té un angle de peralt α respecte a l'horitzontal, és a dir: la carretera està inclinada cap al centre per evitar que els vehicles derrapin. El radi del revolt és de 100 m i la velocitat del vehicle 72 km/h. Trobeu, prenen $g = 10 \text{ m/s}^2$:
L'angle de peralt α , suposant que no hi ha forces de fricció : **21,8°**.
9. Una pedra de 100 g de massa gira en un pla vertical lligada al extrem d'un fill de 50 cm de longitud, amb una velocitat constant de 5 m/s.
- Calcula el temps que triga en fer una volta.
 - Calcula les tensions del fill en el punt més alt i el punt més baix.
 - Si el límit de resistència del fill és de 8 N, calcula la velocitat màxima amb què la pedra podrà girar.
 - Calcula la velocitat mínima de la pedra per que aquesta descrigui una circumferència perfecta.
10. Llançem una pilota de 100 g de massa contra el terra. La velocitat en el moment del xoc es de 10 m/s. La pilota rebota amb la mateixa velocitat. Si la duració del xoc és de 0,01 s, determina:
- La quantitat de moviment de la pilota abans i després del xoc.
 - La força que la Terra exerceix sobre la pilota al xocar.
 - La força que la pilota exerceix sobre la Terra. Per què no es mou la Terra?.

Sol: a) -1 i 1 kg.m.s⁻¹; b) i c) 200 N

11. A un cos de 10 kg de massa que es mou amb una velocitat de 1 m/s, li donem un impuls en el sentit del moviment de 10 N.s, determina la nova velocitat del cos. **Sol: 2 m/s**
12. Una tècnica utilitzada per determinar la velocitat d'una bala consisteix en disparar sobre un blanc tal que aquesta quedi incrustada en ell i observant el moviment del blanc després del xoc. Suposem que una bala de 20 g, després de incrustar-se en un blanc d'1 kg, fa que el conjunt es mogui amb una velocitat de 2 m/s. Determina la velocitat de la bala. **Sol: 102 m/s**
13. Una bola de 10 g de massa roda a 10 m/s cap a una bola de billar de 250 g de massa, inicialment en repòs. Després del xoc la bola rebota amb una velocitat de 5 m/s. Determina la velocitat que adquireix la bola de billar després del xoc. **Sol: 0,6 m/s**
14. L'any 2010 van col·lisionar dos satèl·lits, un rus i un altre americà, que orbitaven a una altura de 800 km sobre la superfície de la Terra.
- Calcula l'acceleració de la gravetat terrestre a aquesta altura.
Dades: Constant de gravitació universal = $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$
Radi de la Terra = $6,37 \cdot 10^3 \text{ km}$
Massa de la Terra = $5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
 - Si la massa del satèl·lit rus era de 825 kg, calcula el seu pes a la superfície de la Terra i el seu pes quan es trobava a 800 km d'altura.

La massa del satèl·lit americà era de 600 kg i tots dos satèl·lits portaven una velocitat de 7500 m/s. Suposen que la col·lisió es va produir en direccions perpendiculars i que despès del xoc tots dos aparells van quedar enganxats, calcula el mòdul de la velocitat del conjunt i la seva direcció.

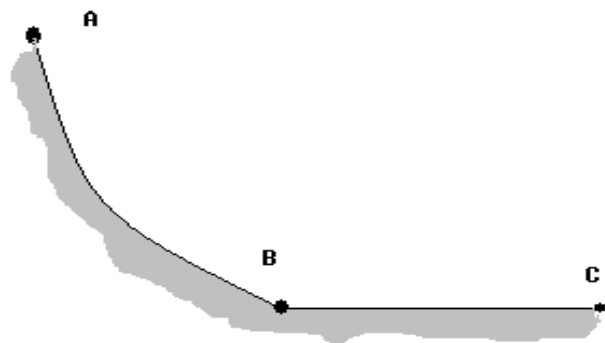
15. El pes d'un satèl·lit artificial a la superfície de la Terra és de 2500 N. Quan el satèl·lit està en òrbita el seu pes és de 300 N.
- Calcula la massa del satèl·lit en unitats del SI.
 - Calcula l'acceleració de la gravetat en l'òrbita del satèl·lit.
 - A quina altura sobre la superfície de la Terra es troba l'òrbita del satèl·lit?.

Dades: Constant de gravitació universal = $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$
Radi de la Terra = $6,37 \cdot 10^3 \text{ km}$
Massa de la Terra = $5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

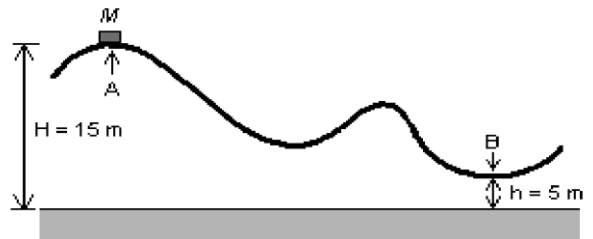
16. Els creadors de la saga Dragon Ball, expliquen que el planeta Vegeta (Wakusei Bejita) era els planeta dels Saiyajin i els Tsulfur. Con que la gravetat era 10 vegades més gran que la de la Terra, els seus habitants es tornaven especialment forts quan arribaven a planetes con el nostre. Quin radi tindria el planeta Vegeta R_V respecte el radi terrestre R_T , si la seva massa fos la mateixa que la de la Terra M_T ? Si voleu podeu fer servir les dades del problema 2.

Tema 4. L'energia i la seva transferència.

1. Fes un resum breu del tema.
2. Calcula la potència en watts i HP d'una bomba que eleva 50 m l'aigua que extreu d'un pou a raó de 3000 litres per minut.
3. Un paleta està situat en una grua de 12 m d'altura per damunt del terra col·locant totxos per fer una paret. Si se li trenca un totxo i en cau un tros d'1 kg de massa, calculeu, considerant nul el fregament amb l'aire:
 - a) La velocitat amb que el tros de totxo arriba al terra. **R: 15,3 m/s**
 - b) L'altura a la qual està el totxo quan va a 5 m/s.
4. Un globus de 400 kg ascendeix verticalment 100 m amb una acceleració de $0,2 \text{ m/s}^2$ partint del repòs. Considera que hi ha una força de fricció amb l'aire de 1000 N.
 - a) Quina força impulsa verticalment el globus cap amunt?. **R: 5000 N**
 - b) Calcula el treball que fan cadascuna de les tres forces que actuen sobre el globus. **R: $5 \cdot 10^5 \text{ J}$, -10^5 J , $-3,92 \cdot 10^5 \text{ J}$**
5. Un bloc de 4 kg de massa es llança cap amunt amb una velocitat inicial de 12 m/s, per un pla inclinat 30° respecte de l'horitzontal. El coeficient de fricció entre el bloc i el pla val 0,4. Quina velocitat tindrà després de recorre 4 m.
6. Un home empeny cap amunt una capsa de 30 kg per un pla inclinat 20° respecte de l'horitzontal amb una força de 170 N. El coeficient de fregament entre la capsa i el terra es de 0,2. La capsa recorre 4,5 m. Es demana:
 - a) L'esquema de totes les forces que actuen sobre la capsa.
 - b) El treball fet per cadascuna d'aquestes forces.
R: 765 J, -452,5 J, 0 J, -248 J
 - c) El treball fet per la força resultant o neta. **R: 64,5 J**
7. Un jugador llança una pilota de 400 g a 28 m/s. La pilota s'estavella contra el travesser de la porteria, situat a 2,5 m d'alçada. Si el fregament fa perdre el 22% de l'energia mecànica de la pilota, a quina velocitat xocarà amb el travesser?. **R: 23,72 m/s**
8. La turbina de vapor d'una central tèrmica realitza un treball de $3,75 \cdot 10^8 \text{ J}$ per segon per que funcioni l'alternador. El rendiment de la turbina és del 35%.
 - a) Quanta energia per segon s'ha de subministrar a la turbina?. **R: $1,07 \cdot 10^9 \text{ w}$**
 - b) Quanta energia per segon passa a l'ambient?. **R: $695 \cdot 10^6 \text{ J/s}$**
 - c) Calcula la potència que necessita la turbina en HP. **R: $1,43 \cdot 10^6 \text{ HP}$**
9. S'aixequen 200 m^3 d'aigua a una altura de 7 metres en un temps de 4 minuts. Calculeu la potència de la bomba que aixeca l'aigua, si el seu rendiment és del 85%. Expressa-la en HP i watts. La densitat de l'aigua és de 1 g/cm^3 .
10. Un motor elèctric de 65% de rendiment fa 4500 J de treball en 0,75 min.
 - a) Quina és la potència d'entrada del motor.
 - b) Quanta energia elèctrica consumeix el motor en 1 min.
 - c) Quanta energia es dissipa en 1 hora.
11. Un esquiador de 80 kg que surt des de A sense velocitat inicial arriba a B amb una velocitat de 30 m/s, i quan passa per C la seva velocitat és de 23 m/s. La distància entre B i C és de 30 m.
 - a) Calcula l'alçada del punt A suposant que no hi ha fregament entre els punts A i B.
 - b) Quant val la força de fregament, suposada constant, en el tram BC?.



12. Determina la calor específica d'una substància sabent que un tros de 100 g d'aquesta substància a 80°C submergit en un quart de litre d'aigua a 10°C en un calorímetre, eleva la temperatura de l'aigua fins a 13°C . Densitat de l'aigua = 1000 kg/m^3 . Calor específica de l'aigua = $4180 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$
13. Un vagó de les muntanyes russes de 2000 kg està en repòs i frenat en la posició A. Es deixen els frens i el vagó baixa pel pendent fins a la part inferior (posició B). Si degut al fregament es perd un 30% de l'energia; amb quina velocitat arribarà a la posició B?



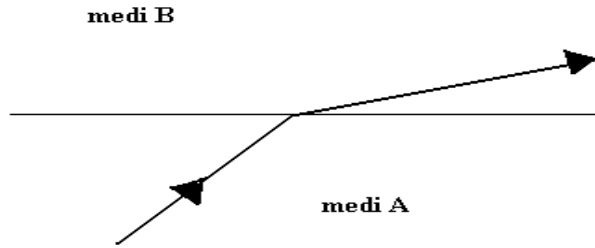
Tema 5. Electricitat i el corrent elèctric.

- Fes un resum breu del tema.
- Quina longitud ha de tenir un conductor de coure de resistència $11,25 \Omega$, si la secció és d'1 mm de diàmetre. Resistivitat del coure = $1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$
- Per una resistència de 580Ω hi passa un corrent de 350 mA.
 - Calcula la càrrega elèctrica que ha circulat (en Coulombs i Ah) i el nombre d'electrons durant 20 min. (càrrega electró $-1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$).
 - Si es manté el corrent durant 15 hores, quina energia dissipa en forma de calor?. Expressa el resultat en joules i en quilowatts hora.
- Disposen de dues resistències de valors 50 i 90Ω . Calcula les resistències equivalents quan les connecten en sèrie i en paral·lel. Fes un dibuix de cada muntatge.
- Un generador de 10 V de fem i 1Ω de resistència interna està connectat a un circuit que conté una resistència externa de 34Ω i un motor de 5Ω de resistència interna i 7 V de fem.
 - Dibuixa el circuit.
 - Calcula la intensitat que circula pel circuit.
 - Calcula la potència útil, la potència dissipada i la potència consumida pel motor.
 - Calcula el rendiment del motor.
- Explica el mecanisme del corrent elèctric als metalls. Fes un dibuix.
- S'escalfen 250 ml d'aigua amb una resistència d'immersió, entre una temperatura inicial de 18°C i una temperatura final de 45°C , en un temps de 20 min. Si ha circulat una intensitat de 2,2 A, quin valor té la resistència? quina diferència de potencial s'ha aplicat a la resistència?.
Dada: capacitat calorífica específica de l'aigua = $4180 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$

Tema 6. Imatges.

- Fes un resum breu del tema.
- Un raig de llum viatja des d'un medi d'índex de refracció 1,2 a un altre d'índex de refracció 1,6. El raig incident fa un angle de 37° amb la direcció perpendicular a la superfície de separació dels dos medis. Quant val l'angle de refracció? Hi ha algun angle d'incidència a partir del qual es produeixi el fenomen de la reflexió total?

3. La figura representa la propagació d'un raig de llum quan passa d'un medi A a un altre medi B.



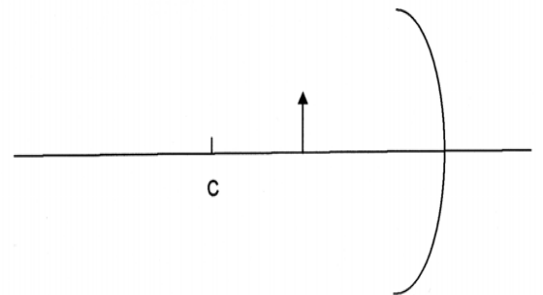
- Enuncieu les dues lleis que regeixen aquest fenomen físic.
- En un dels medis la llum es propaga a $1,85 \cdot 10^8$ m/s. Calcula l'índex de refracció d'aquest medi.
- Si l'altre medi és l'aire, raoneu quin dels medis A o B correspon a cadascun.
- Es pot donar el fenomen de la reflexió total?, en cas afirmatiu calcula l'angle límit. Fes un dibuix.

Dada: la velocitat de la llum al buit és $c = 3 \cdot 10^8$ m/s

4. Un mirall esfèric còncav té un radi de curvatura R.

- Dibuixeu els diagrames de raigs necessaris per localitzar la imatge d'un objecte petit en forma de fletxa situat sobre l'eix del mirall, a una distància $s = 3/2R$ de l'extrem del mirall i enumereu les propietats (real o virtual, dreta o invertida, major, menor o igual) de la imatge.
 - Repeteix tot l'anterior si ara el mirall és convex.
5. Un raig de llum que es propaga per l'aire incideix a la superfície plana d'un vidre d'índex de refracció 1,4. Si l'angle d'incidència és de 45° ,
- determina el valor de l'angle de refracció en graus.
 - Si també es produeix reflexió de la llum, fes un dibuix indicant el nom de tots els angles i el nom dels tres raigs de llum que han d'aparèixer al dibuix.
6. Un objecte de 5 cm d'alçària està situat sobre l'eix principal d'una lent convergent, la distància focal de la qual és de 8 cm. L'objecte és a 10 cm de la lent.
- Dibuixa la imatge fent servir el regle. Indica les propietats de la imatge.
 - Calcula la potència de la lent.
 - Calcula matemàticament la mida de la imatge, la posició de la imatge i el seu augment lateral.
 - Torna a dibuixar la imatge fent servir el regle suposant que ara la lent és divergent. Indica les propietats de la imatge.

7. Enumereu les propietats (real o virtual, dreta o invertida, major o menor) de la imatge que ens retorna una cullera per la part còncava. Per a demostrar-les, dibuixeu la marxa dels raigs i la imatge que s'obté de la fletxa en el mirall esfèric còncav de la figura. El punt C és el centre de curvatura del mirall.



8. 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?
9. Un mirall esfèric còncav té un radi de curvatura R . Dibuixeu els diagrames de raigs necessaris per localitzar la imatge d'un objecte petit en forma de fletxa situat sobre l'eix del mirall, a una distància d de l'extrem del mirall, en els casos següents i enumereu les propietats (real o virtual, dreta o invertida, major o menor).
- a) $d = 3R$
 - b) $d = R/4$
10. Calcula l'angle límit d'un líquid en el que la llum es propaga a $1,85 \cdot 10^8$ m/s. La velocitat de la llum al buit és $c = 3 \cdot 10^8$ m/s

