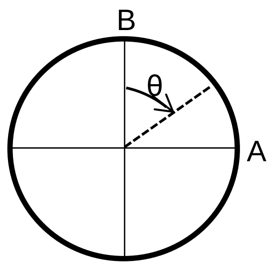
OLIMPÍADA DE FÍSICA CATALUNYA 2018

La prova consta de quatre parts (A, B , C i D). Les respostes a cada part s'han d'entregar per separat i cal entregar al menys un full de respostes per cadascuna de les parts (encara que sigui en blanc).
Per la part D s'entregarà un full de resposta.

PART A

A1.- Dos mòbils A i B descriuen la mateixa trajectòria circular. En l'instant t=0, els dos mòbils tenen la mateixa velocitat angular ω_0 = 5 rad/s i les seves posicions inicials, indicades en la figura: $\theta_{A0} = \pi/2$ rad i $\theta_{B0} = 0$ (s'ha considerat l'eix vertical com a origen dels angles). El mòbil A descriu un moviment uniformement retardat amb una acceleració angular α = - 1,2 rad/s^2. El moviment del mòbil B és uniforme.

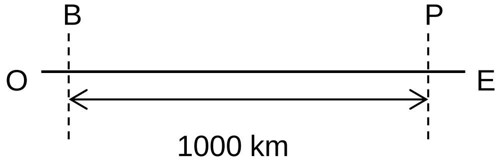


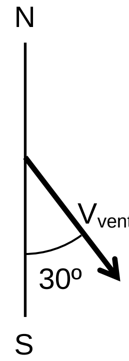
a) Determineu la posició dels mòbils θ_{A1} , θ_{B1} , θ_{A2} i θ_{B2} en els instants t = 1 s i t = 2 s.
b) En quin instant t_1 i en quina posició coincidiran els dos mòbils per primer cop ? Demostreu que el valor de t_1 és independent del valor de ω_0.
c) En quin instant t_2 coincidiran els dos mòbils per segon cop? Quantes voltes complertes hauran donat cadascun d'ells fins aquell moment?

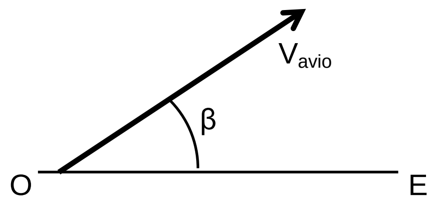
(Suposeu que els mòbils es poden avançar sense xocar)

[10 PUNTS]

A2.- Un avió vola des d'un punt B a un altre P que es troba a 2000 km de distància en la direcció Oest-Est. La velocitat que pot desenvolupar l'avio respecte l'aire en repòs és de $V_{avió}$ = 500 km/h. Com durant el trajecte bufa un vent amb velocitat V_{vent} = 20 m/s en la direcció 30º Sud-Est, l'avió haurà de dirigir la seva velocitat en una direcció que forma un angle β amb la direcció Oest-Est.







Calculeu quin haurà de ser el valor de l'angle β i quantes hores tardarà l'avió en anar des de B fins a P en aquestes condicions.

[5 PUNTS]

PART B

B1.- Considereu un sistema format per dos grans cossos esfèrics 1 i 2 que es troben en repòs. El primer de massa $M_1= 2.7\cdot10^{24}$ kg i radi $R_1= 6,5\cdot10^4$ m i el segon de radi $R_2 =1,8\ 10^4$ m. La distancia entre els seus centres és $d = 4\cdot10^8$ m. Les forces d'atracció exercides per les dues masses s'equilibren en el punt P situat a $d_1= 3\cdot10^8$ m del centre de 1 i a $d_2= 10^8$ m del centre de 2.

a) Determineu la massa M_2.

Es vol enviar un objecte des de 1 directament cap a 2. Per això se li comunica una velocitat, dirigida segons la línia que uneix els centre dels dos cossos, tal que li permeti superar P i arribar a 2:

b) Justifiqueu que la velocitat mínima que s'ha de comunicar és aquella per l que la velocitat al passar per P sigui nul·la.
c) Calculeu la velocitat mínima amb que caldria enviar l'objecte des de la superfície de 1 per a que pogués superar P i arribar fins al cos 2 ?
d) En aquest cas, amb quina velocitat arribaria l'objecte a la superfície de 2 ?

Ajut: Com els valors de les distàncies d_1 i d_2 són molt superiors als dels radis R_1 i R_2 podeu simplificar els càlculs fent les corresponents aproximacions.

Dada: $G=6.67\ 10^{-11}\ Nm^2/kg^2$. [10 PUNTS]

B2.- Una antena emet ones de radio de $5\cdot10^7$ Hz que es propaguen per l'aire amb velocitat $c = 3\cdot10^8$ m/s. Quan la ona arriba a la superfície de cert medi material, part es reflecteix i part es transmet (refracció) amb una velocitat de propagació igual a 0,75 c.

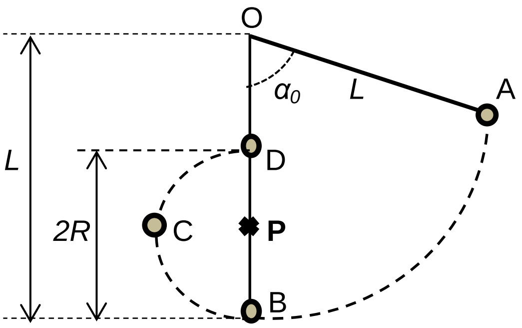
a) Quines seran la freqüència i la longitud d'ona en aquest medi material?
b) Determineu l'angle que formaran el raig reflectit i el raig refractat.

[5 PUNTS]

La prova consta de quatre parts (A, B , C i D). Les respostes a cada part s'han d'entregar per separat i cal entregar al menys un full de respostes per cadascuna de les parts (encara que sigui en blanc).
Per la part D s'entregarà un full de resposta.

PART C

Un pèndol simple, constituït per un cos de massa "*M*" i un fil de longitud "*L*" que penja d'un punt fix O, es deixa anar des del repòs quan forma un angle "α_0" amb la vertical (posició A). Un clau està situat en un punt **P**, a una distància "*R*" del punt B, de forma que la massa descrigui una trajectòria circular entre B i D passant per C (que es troba a la mateixa altura que P).



a) Quant valdrà la tensió del fil en l'instant inicial (posició A) ?
b) Quina serà l'acceleració del cos en aquest punt ? (indiqueu gràficament la seva direcció i sentit)

Calculeu per les posicions B, C i D:

c) La velocitat del cos.
d) Les acceleracions tangencial i normal (centrípeta).
e) La tensió del fil.

(Expresseu els resultats de tots els apartats anteriors en funció de *M, L, R,* α_0 i g)

Si L = 5 m i $\alpha_0 = 80^\circ$,

f) Determineu quin serà el màxim valor que pot tenir R per a que el cos pugui arribar a D i seguir després una trajectòria circular

[15 PUNTS]

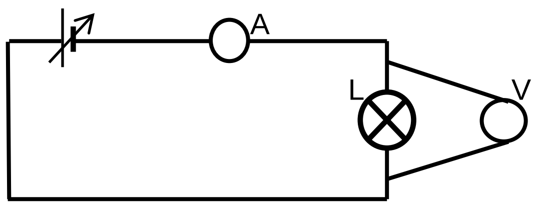
PART D

INTRODUCCIÓ:

A finals del segle XIX es va deduir i comprovar empíricament la **llei de Stefan-Boltzmann**, que ens indica que tots els cossos emeten energia de radiació en forma d'ones electromagnètiques. La potència P de l'energia radiant és funció de la temperatura absoluta T del cos d'acord amb l'equació $\boldsymbol{P = a\, T^n}$, on a és una constant característica del cos emissor i n és un número enter. La constant a es pot factoritzar en termes de la superfície S de l'emissor i d'un coeficient ε característic del material del cos que s'anomena emissivitat: $\mathbf{a = \sigma\, \varepsilon\, S}$, on σ és la constant de Stefan-Boltzmann, que val $\sigma = 5{,}67 \cdot 10^{-8}$ W m^{-2} K^{-4}.

EXPERIMENT:

Per estudiar la radiació emesa per una determinada làmpada d'incandescència es va utilitzar un dispositiu experimental com l'esquematitzat a la figura. Mitjançant una font de corrent continu d'intensitat variable és proporciona a una làmpada L amb filament de wolframi una intensitat variable I que és mesura amb un amperímetre A. El voltímetre V en paral·lel a la làmpada permet mesurar la diferència de potencial ΔV entre els seus extrems. La potencia emesa es pot calcular a partir de la relació **P = I ΔV,** i aplicant la llei d'Ohm (**I = ΔV / R**), també es pot determinar també la resistència R de la làmpada.



A mesura que s'incrementa la intensitat del corrent la temperatura del filament augmenta i també ho farà la seva resistència. Estudis experimentals van determinar que la dependència de la resistència d'un filament de wolframi amb la temperatura es pot ajustar a la relació empírica: $\boldsymbol{T/T_0 = (R/R_0)^{0,83}}$, on R_0 i T_0 són els valors a temperatura ambient. En el cas de la làmpada de l'experiment: R_0 = 11,4 Ω per T_0 = 295 K. Els resultat obtinguts en les mesures de ΔV i de I es recullen a la següent taula:

ΔV (V)	**I (mA)**
1,58	25,8
2,00	29,2
3,20	37,6
4,41	44,8

ES DEMANA:

a) Completar la taula amb els valors de R, P, T , ln P, lnT i T^4. (ln = logaritme neperià).
b) Representar ln P en funció de ln T i determinar el valor de "n". Quines seran, en conseqüència, les unitats de la constant "a" i de l'emissivitat "ε" ?
c) Fer el gràfic que considereu més adient per a determinar la constant "a" del filament de la làmpada i trobeu-ne el valor.

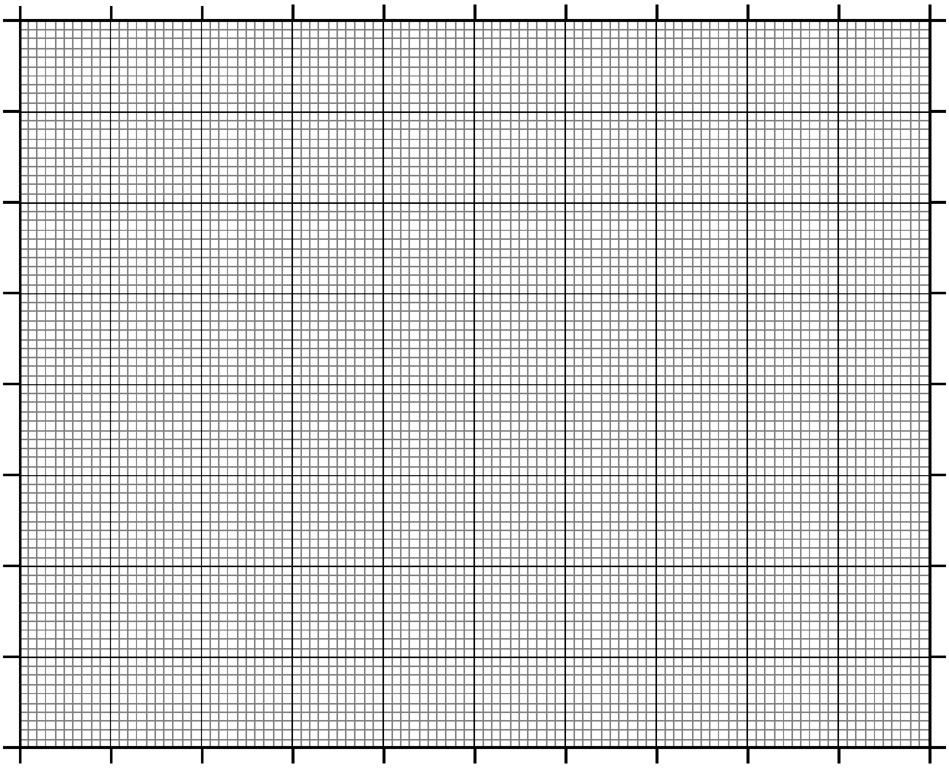
[15 PUNTS]

Contesteu aquest exercici en el full de resposta que us entregaran

Si voleu fer algun comentari podeu fer-lo a la part del darrera del full de resposta

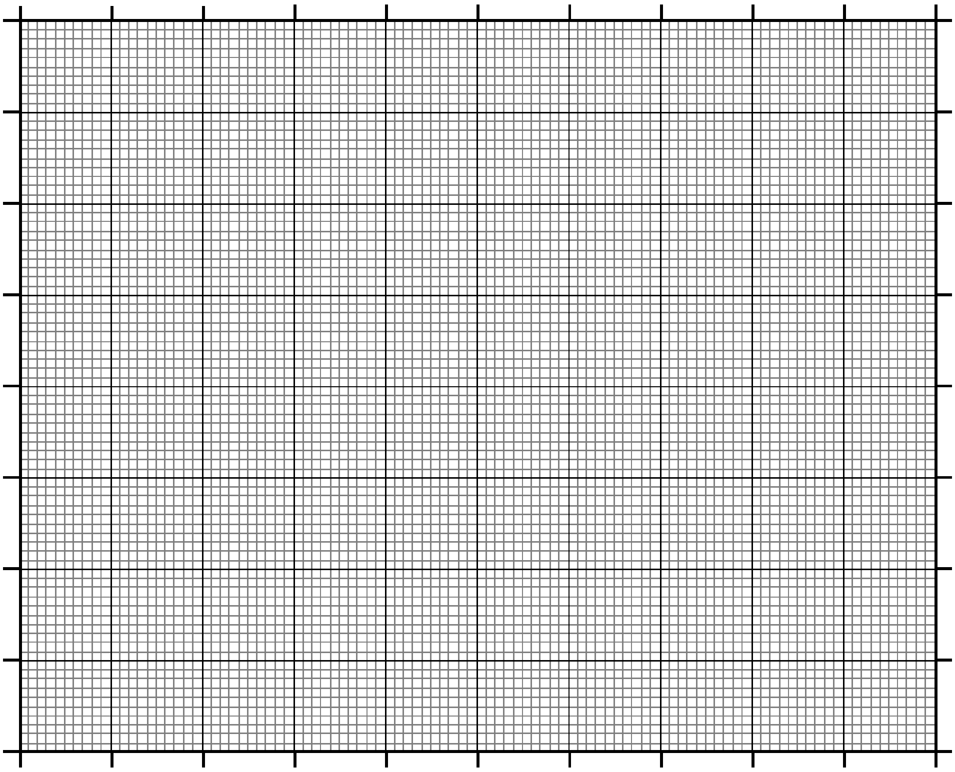
NOM:

ΔV (V)	I (mA)	R (Ω)	P (W)	T (K)	ln P	ln T	$T^4 (x10^{12} K^4)$
1,58	25,8						
2,00	29,2						
3,20	37,6						
4,41	44,8						



n =

Unitats de “a” i “ε”:



a =