



**Ecole Européenne  
Munich**

**PAGE DE COUVERTURE**

**EXAMEN DU PREBACCALAUREAT 2020**

**ANNEE SCOLAIRE 2019/2020**

**MATIERE: PHYSIQUE**

**PERIODES PAR SEMAINE: 4**

**PROFESSEUR: DOLL**

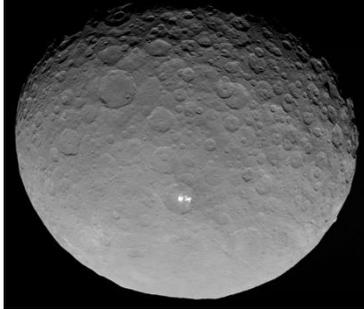
**DATE:** jeudi 6.02.2019. 8.30-11.30

**Durée de l'examen :** 3 heures, soit 180 minutes.

**Equipement permis:** TI-*n*spire en mode "Press To Test".

**Remarques:** les 4 questions sont à traiter. Ne pas rendre sujet et brouillons.

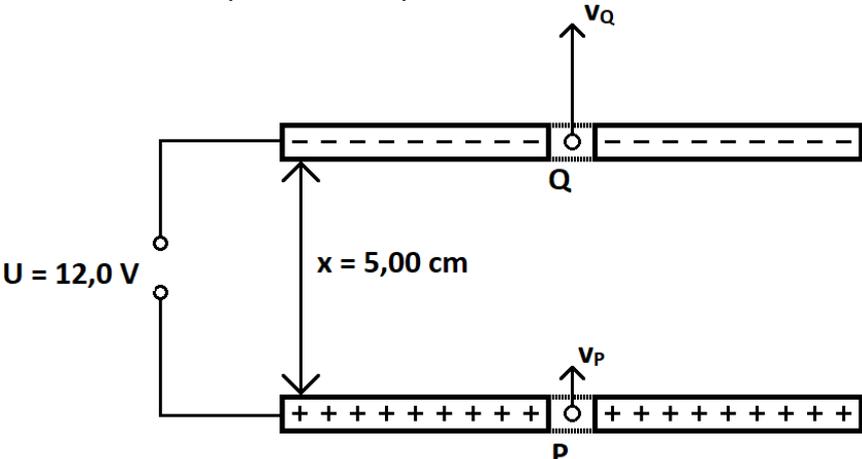
**PREBAC 2020: PHYSIQUE**  
**Ecole Européenne de Munich**

Question 1		
Champ gravitationnel	Page 1/2	Point
<p><b>a)</b> Entre Mars et Jupiter se trouvent beaucoup d'objets relativement petits formant la ceinture d'astéroïdes. Le plus large de ces objets est la planète naine Cérès qui a une orbite autour du soleil pouvant être considérée circulaire. Dans ce cas, comme la plupart des objets du système solaire, Cérès obéit à la troisième loi de Kepler :</p> $T^2 = \frac{4\pi^2}{G.M_S} r_C^3$ <p>où T est la période de révolution (période orbitale) de Cérès autour du soleil de masse <math>M_S</math>, <math>r_C</math>, le rayon de son orbite et G, la constante universelle de la gravitation.</p> <p><b>i.</b> Montrer que la troisième loi de Kepler peut être démontrée à partir des lois de Newton.</p> <p><b>ii.</b> Calculer la période de révolution T de Cérès autour du soleil.</p> <p><b>b)</b> Pour les questions suivantes, les orbitales sont approximées à des cercles.</p> <p><b>i.</b> Montrer que l'intensité du champ de gravitation qui règne à la surface de Cérès est donné par la relation <math>g = \frac{GM_C}{R_C^2}</math>, où G est la constante universelle de la gravitation, <math>M_C</math> la masse de Cérès et <math>R_C</math> son rayon.</p> <p><b>ii.</b> Calculer l'intensité du champ de gravitation à la surface de Cérès.</p> <p><b>c)</b> Depuis 2015, le satellite artificiel Dawn tourne en orbite autour de Cérès. Dawn est une sonde de la NASA qui collecte des données sur Cérès en se déplaçant sur une série d'orbites stables de différent rayon.</p>		<p>5 points</p> <p>2 points</p> <p>3 points</p> <p>2 points</p>
<p><b>i.</b> Montrer que l'énergie mécanique totale de Dawn dont la masse est notée <math>M_D</math>, sur une orbite stable de rayon r est donnée par la relation</p> $E_T = \frac{-GM_C.M_D}{2r}$ <p><b>ii.</b> Calculer l'énergie mécanique totale de Dawn à une altitude <math>h_1 = 380</math> km au-dessus de la surface de Cérès.</p>		<p>5 points</p> <p>2 points</p>

**PREBAC 2020: PHYSIQUE**  
**Ecole Européenne de Munich**

Question 1		
Champ gravitationnel	Page 2/2	Point
<p><b>d)</b> En octobre 2017, Dawn fut placée sur une orbite stable à une altitude <math>h_2 = 200</math> km. Ce changement d'orbite fut réalisé en modifiant son énergie totale en jouant sur sa vitesse. (on ignorera les autres manœuvres de contrôle nécessaires à ce changement d'orbite).</p> <p style="margin-left: 20px;"><b>i.</b> Expliquer brièvement comment doit être la vitesse de la sonde (plus ou moins grande ?) suivant qu'elle se trouve sur une orbite plus ou moins basse.</p> <p style="margin-left: 20px;"><b>ii.</b> Calculer la différence d'énergie totale de Dawn entre l'orbite haute (380 km) et l'orbite basse (200 km).</p> <p><b>e)</b> La NASA pense abandonner Dawn sur une orbite d'altitude <math>h_2</math> autour de Cérès une fois ses réserves d'énergie épuisées. Donner une raison pour laquelle il ne serait pas possible de faire cela pour une sonde en orbite autour de la Terre à cette altitude <math>h_2</math>.</p> <p><b><u>Données:</u></b></p> <p>Constante universelle de la gravitation: <math>G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}</math>  Masse du soleil : <math>M_S = 1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}</math>  Masse de Cérès: <math>M_C = 9,39 \cdot 10^{20} \text{ kg}</math>  Masse de Dawn: <math>M_D = 624 \text{ kg}</math>  Rayon de Cérès: <math>R_C = 4,65 \cdot 10^5 \text{ m}</math>  Distance centre à centre Soleil – Cérès : <math>r_C = 4,14 \cdot 10^{11} \text{ m}</math></p>	<p>2 points</p> <p>3 points</p> <p>1 point</p>	

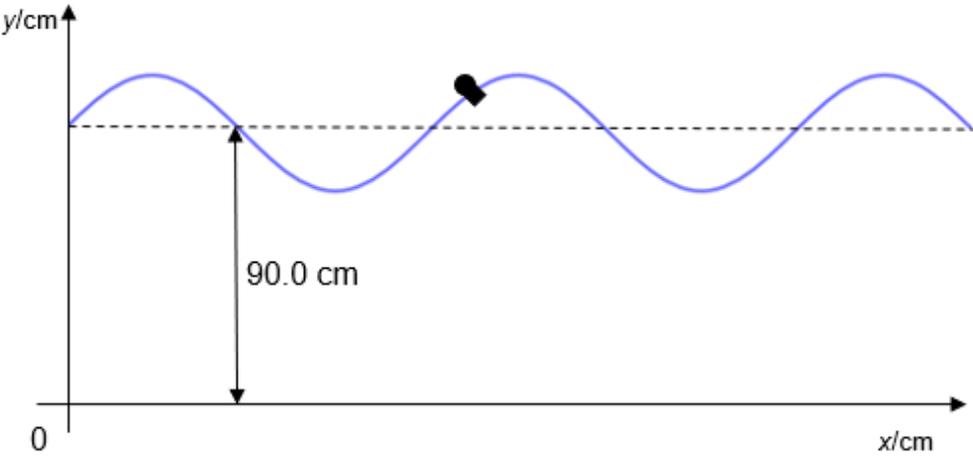
Question 2			
Champs électrique et magnétique	Page 1/3	Point	
<p>Les phénomènes relativistes sont ignorés dans la question.</p> <p><b>a)</b> L'accélérateur de particules du CERN se trouve à cent mètres de profondeur dans un tunnel entre France et Suisse du côté de Genève. C'est un long tube circulaire de 27,0 km dans lequel des protons sont accélérés pour atteindre des vitesses proches de celle de la lumière.</p> <p>Une partie du tube est décrite sur le schéma simplifié ci-dessous :</p> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;"> </div> <p>Il y a un grand nombre de champ électrique et magnétique dans le tube vide. Un champ électrique dans l'espace 1 (entre les points A à B) sert à accélérer les protons, après quoi ils subissent une déflexion (changement de trajectoire) par un champ magnétique (espace 2, entre les points C et D) jusqu'à entrer dans un autre champ électrique (espace 3, entre les points E et F)). Dans l'espace 1 règne un champ électrique qui accélère les protons du point A au point B. Ces deux points sont situés sur les plaques d'un condensateur plan. Au niveau de A et B, les plaques sont ouvertes pour que les protons puissent entrer et quitter cet espace.</p> <p><b>i.</b> En quittant l'espace au point B, un proton a une vitesse <math>v_B = 6,50 \cdot 10^7</math> m/s. Quand il est entré au point A, sa vitesse était 25% plus faible. (donc <math>v_A = \frac{3}{4} v_B</math>) Montrer que la tension <math>U</math> aux bornes du condensateur (espace 1) est donnée par :</p> $U = \frac{7 m_p v_B^2}{32 e}$ <p><b>ii.</b> Calculer la tension <math>U</math> aux bornes du condensateur dans cet espace 1.</p>			<p>5 points</p> <p>2 points</p>

Question 2		
Champs électrique et magnétique	Page 2/3	Point
<p><b>b)</b> Entre les points B et C, le proton évolue en ligne droite sans être accéléré ou décéléré. Il entre alors dans l'espace 2 dans lequel règne un champ magnétique uniforme.</p> <p>Le proton entre dans l'espace 2 à travers une ouverture au point C et évolue ensuite le long d'un arc circulaire. Le cercle a son centre en M. Le proton quitte le champ magnétique au niveau de l'ouverture au point D.</p> <p><b>i.</b> Déterminer et justifier la direction et le sens du champ magnétique.</p> <p><b>ii.</b> Montrer que le rayon de la trajectoire circulaire est:</p> $r = \frac{m_p \cdot v_B}{B \cdot e}$ <p><b>iii.</b> L'arc circulaire CD est long de 1,69 km. Les lignes MC et MD font un angle <math>\alpha = 22,5^\circ</math>. Calculer l'intensité du champ magnétique.</p> <p><b>c)</b> On considère un condensateur plan chargé à l'aide d'une source de tension de 12,0 V. Entre les plaques séparées de <math>x = 5,00</math> cm règne du vide. Ce dispositif est représenté ci-dessous :</p>	<p>2 points</p> <p>3 points</p> <p>4 points</p>	
<p>Une particule chargée est introduite sans vitesse initiale dans le champ électrique régnant entre les plaques au niveau du point P. La particule peut s'échapper du condensateur au niveau de l'ouverture Q. Entre les plaques, la particule chargée peut être accélérée, retardée ou arrêtée. Le mécanisme est réglé pour accélérer la particule. La masse des particules passant à travers P est telle que leur poids <b>ne peut pas</b> être négligé.</p>		

**PREBAC 2020: PHYSIQUE**  
**Ecole Européenne de Munich**

<b>Question 2</b>		
<b>Champs électrique et magnétique</b>	<b>Page 3/3</b>	<b>Point</b>
<p>La particule introduite dans le champ électrique a une charge <math>q</math> (<math>&gt;0</math>) et une masse <math>m</math>. Elle subit une accélération <math>a</math>. La tension <math>U</math> est constante.</p> <p><b>i.</b> Montrer que la masse <math>m</math> de la particule est donnée par:</p> $m = \frac{q \cdot U}{x(a + g)}$ <p>Où <math>g</math> est l'intensité de l'accélération de la pesanteur.</p> <p><b>ii.</b> Calculer l'accélération de la particule si sa masse est <math>m = 3,50</math> mg et sa charge, <math>q = 200</math> nC.</p> <p><b>iii.</b> Un sélecteur de vitesse (ou filtre de vitesse) est créé par la combinaison d'un champ électrique et d'un champ magnétique. Expliquer si en ajoutant un champ magnétique dans l'espace entre les plaques du condensateur plan ci-avant on pourrait transformer le dispositif en un filtre de vitesse ?</p> <p><u>Données :</u></p> <p>Masse d'un proton : <math>m_P = 1,67 \cdot 10^{-27}</math> kg Charge d'une proton : <math>e = 1,60 \cdot 10^{-19}</math> C Accélération de la pesanteur terrestre : <math>g = 9,81</math> m.s<sup>-2</sup></p>		<p>5 points</p> <p>2 points</p> <p>2 points</p>

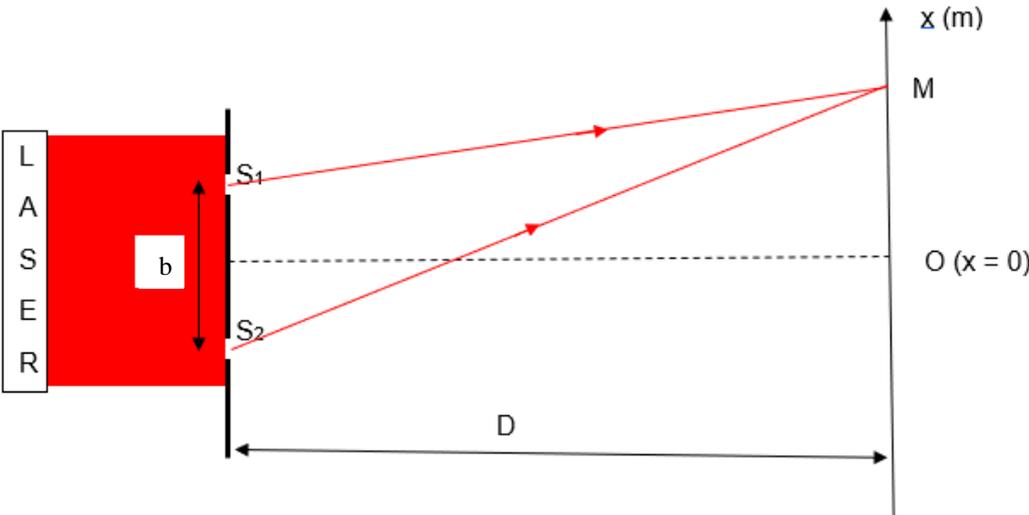
**PREBAC 2020: PHYSIQUE**  
**Ecole Européenne de Munich**

Question 3		
Onde mécanique	Page 1/2	Point
<p>Un étudiant en physique travaille sur les phénomènes ondulatoires dans un laboratoire en utilisant un réservoir contenant de l'eau.</p> <p><b>a)</b> Un réservoir d'eau très long et étroit, d'une profondeur de 90,0 cm, est rempli d'eau. Un petit bouchon en liège est placé en surface. L'extrémité gauche du bas du réservoir est prise comme origine d'un axe (O,x).</p> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">  </div> <p>Un générateur d'ondes produit des ondes qui se propagent dans la direction de l'axe des x positifs et on considère, vu la grande longueur du réservoir, que toute onde réfléchiée peut être ignorée.</p> <p>La hauteur "y" de la surface d'eau comptée en mètre, en fonction du temps t (en s) et de la position «x», est donnée par l'équation :</p> $y(x, t) = 0,900 + 0,100 \cdot \sin(6,00 \cdot \pi \cdot t - 2,00 \cdot \pi \cdot x).$ <p>Déterminer pour cette onde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li style="margin-bottom: 10px;"><b>i.</b> La fréquence, la longueur d'onde et la vitesse de l'onde. <span style="float: right;">3 points</span></li> <li style="margin-bottom: 10px;"><b>ii.</b> La différence de phase entre 2 points de l'onde séparés de 0,500 m. <span style="float: right;">3 points</span></li> </ul> <p><b>b)</b> L'élève remarque que lorsque les vagues passent en dessous du bouchon, ce dernier semble se déplacer verticalement seulement. Déterminer :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li style="margin-bottom: 10px;"><b>i.</b> La vitesse maximale du bouchon. <span style="float: right;">2 points</span></li> <li style="margin-bottom: 10px;"><b>ii.</b> L'accélération maximale du bouchon. <span style="float: right;">2 points</span></li> <li style="margin-bottom: 10px;"><b>iii.</b> La (les) hauteur(s) du bouchon quand sa vitesse est maximale. <span style="float: right;">1 point</span></li> </ul>		

**PREBAC 2020: PHYSIQUE**  
**Ecole Européenne de Munich**

<p><b>iv.</b> La (les) hauteur(s) à laquelle l'accélération maximale se produit .</p>	2 points
<p><b>v.</b> L'équation de l'onde qui se propagerait dans la direction opposée, dans un liquide différent mais de même profondeur, avec une longueur d'onde moitié de celle définie en a), avec une vitesse égale aux trois quarts de celle définie en a) et une amplitude double de celle définie en a).</p>	3 points
<p><b>c)</b> Un tube de verre de longueur L est fermé à une extrémité et ouvert à l'autre. À l'extrémité ouverte, un haut-parleur est connecté à un générateur de fréquence. La fréquence du son émis par le haut-parleur est progressivement augmentée à partir de 50 Hz jusqu'à repérer la résonance suivante et ainsi de suite jusqu'à repérer les cinq premières résonances.</p>	2 points
<p><b>i.</b> Représenter 3 schémas du tube mi-ouvert montrant les 3 premières harmoniques des oscillations.</p>	3 points
<p><b>ii.</b> Démontrer clairement la relation suivante reliant la vitesse v du son, la fréquence de résonance <math>f_n</math> de la <math>n^{\text{ième}}</math> harmonique et la longueur L :</p> $v = \frac{4Lf_n}{2n - 1} \quad \text{pour } n = 1, 2, 3 \dots$	2 points
<p><b>iii.</b> Quelle est la fréquence du son correspondant à la 3<sup>ème</sup> harmonique dans un tube de longueur 1,20 m ?</p>	2 points
<p><b>d)</b> Si le tube contenait de l'hélium à la place de l'air, comment changerait la distance entre 2 nœuds ou 2 ventres de pression pour cette onde sonore?</p>	2 points
<p><b><u>Données:</u></b></p>	
<p>Vitesse du son dans l'air <math>v = 330 \text{ m s}^{-1}</math></p>	
<p>Vitesse du son dans l'hélium <math>v_{\text{He}} = 1,00 \cdot 10^3 \text{ m s}^{-1}</math>.</p>	

**PREBAC 2020: PHYSIQUE**  
**Ecole Européenne de Munich**

Question 4		
Onde électromagnétique	Page 1/2	Point
<p><b>a)</b> Un faisceau de lumière monochromatique émis par un laser hélium-néon éclaire deux fines fentes <math>S_1</math> et <math>S_2</math> parallèles séparées par une distance <math>b = 0,500</math> mm. Un écran est placé perpendiculairement au faisceau lumineux à une distance <math>D = 2,00</math> m du plan des fentes.</p>		
		
<p>Dans un premier temps, <math>S_1</math> est fermée. Représentez la figure observée sur l'écran. Comment appelle-t-on le phénomène observé ? Historiquement, que prouve ce phénomène quant à la nature de la lumière ?</p>		3 Points
<p><b>b)</b> Les doubles fentes <math>S_1</math> et <math>S_2</math> sont à présents toutes deux ouvertes, la lumière LASER atteint les deux fentes <math>S_1</math> et <math>S_2</math>.</p>		
<p><b>i.</b> L'écran présente une figure d'interférences d'ondes lumineuses. Sous quelle condition peut-on observer une figure d'interférence à partir des rayons issus des sources <math>S_1</math> et <math>S_2</math> ?</p>		1 Point
<p><b>ii.</b> Expliquer la formation des franges brillantes et obscures sur l'écran <math>(O,x)</math>.</p>		4 Points
<p><b>iii.</b> Définir à l'aide d'un schéma, la différence de marche <math>\delta</math> des rayons de lumière issus des deux fentes et atteignant un point <math>M</math> de l'écran où apparaît un maximum d'intensité lumineuse.</p>		2 Points
<p><b>iv.</b> Démontrer la relation <math>\lambda = \frac{x_k \cdot b}{k \cdot D}</math>, (<math>k \neq 0</math>), dans laquelle <math>\lambda</math> est la longueur d'onde de la lumière LASER, <math>x_k</math> est l'abscisse d'une frange lumineuse intense et <math>k</math>, l'ordre d'interférence. Préciser les approximations faites.</p>		3 Points

**PREBAC 2020: PHYSIQUE**  
**Ecole Européenne de Munich**

<b>Question 4</b>		
<b>Onde électromagnétique</b>	<b>Page 2/2</b>	<b>Point</b>
<p><b>v.</b> Calculer la longueur d'onde et la fréquence de la lumière émise par le laser, sachant que les centres de 6 franges consécutives de même nature sont espacés de 12,7 mm.</p>		4 Points
<p><b>vi.</b> Est-ce que la longueur d'onde <math>\lambda</math> ou la fréquence <math>f</math> change (ou les deux) si le rayon lumineux se propage dans le verre ? Pour une longueur d'onde de 635 nm mesurée dans l'air, calculer la nouvelle valeur de <math>\lambda</math>.</p>		4 Points
<p><b>c)</b> On remplace les doubles fentes par un réseau de diffraction dont le pas vaut 1000 traits/mm. (Le LASER est toujours une lumière monochromatique de longueur d'onde <math>\lambda = 635 \text{ nm}</math>). Il apparaît trois tâches brillantes et alignées horizontalement sur l'écran, l'une à l'abscisse <math>x = -23,5 \text{ cm}</math>, la seconde à <math>x = 0</math> et la troisième à <math>x = 23,5 \text{ cm}</math>, où <math>x</math> est la distance des franges mesurée à partir du point O (<math>x = 0</math>) Calculer à quelle distance D est situé le réseau de l'écran ?</p>		4 Points
<p><b><u>Données :</u></b> célérité de la lumière dans le verre : <math>2,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}</math> célérité de la lumière dans l'air et le vide : <math>3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}</math></p>		