

Rapport de concours du 8 mai 2016

Epreuve de Physique – Bac S

version longue

*L'intégralité du sujet est téléchargeable
gratuitement sur www.concoursavenir.fr*

Présentation générale concernant l'ensemble des épreuves du Concours Avenir 2016 :

Avec plus de 7 600 candidats lors de l'édition 2016, le **Concours Avenir** se positionne comme **le premier concours commun permettant l'accès aux écoles d'ingénieurs postbac privées en France** (en termes d'attractivité / nombre de candidats) !

Il regroupe aujourd'hui 7 Grandes Ecoles d'Ingénieurs (réparties sur 11 campus), toutes habilitées par le CTI et régulièrement citées parmi les meilleures écoles d'ingénieurs postbac françaises (l'ECE, l'EIGSI, l'EISTI, l'EPF, l'ESIGELEC, l'ESILV et l'ESTACA).

L'ensemble des épreuves de ce concours se déroule sous la forme de Q.C.M.

L'efficacité et la notoriété croissante de ces questionnaires numérisés sont principalement dues à leur validation par rapport à des épreuves classiques sur des populations identiques, notamment grâce à deux qualités spécifiques :

- Le "correcteur" est identique pour tous les candidats, le barème est donc appliqué sans interprétation et ne fluctue pas au cours du temps. Les résultats obtenus ne nécessitent donc aucune péréquation. De plus, il est tout à fait possible de tester plusieurs barèmes sur une même épreuve (ou partie d'épreuve).
- Pour les enseignants, l'examen statistique de grandes populations permet de tirer des renseignements importants sur l'assimilation des programmes, et alimente la réflexion sur la pratique pédagogique au quotidien. C'est dans cette optique que nous vous proposons ce rapport de **concours 2016**.

On remarque que le nombre moyen de réponses fausses est élevé et probablement associé au fait que les candidats ne sont pas habitués au système de QCM dans lequel **les réponses fausses pénalisent par le retrait d'1 point. Les candidats manquent parfois de prudence dans leur stratégie hasardeuse de réponse.**

Statistiques générales 2016 (toutes épreuves confondues) :

	Maths	Français	Phy	Anglais
Note moyenne (sur 20)	7,40	11,89	8,62	6,50
Ecart-type (sur 20)	2,80	2,34	3,40	3,90
Note min (sur 20)	-2,07	2,81	-0,74	-3,11
Note max (sur 20)	17,19	19,11	18,81	20,00
Nb moyen de questions traitées	34	40	39	35
Nb max de questions traitées	59	45	60	45
Nb min de questions traitées	10	9	11	4
Nb moyen de bonnes réponses	21	30	24	20
Nb moyen de mauvaises réponses	13	10	15	15

Commentaires généraux concernant l'épreuve de Physique du Concours Avenir 2016

Le sujet de physique couvre l'ensemble du programme de la classe de Terminale S à savoir les ondes et la matière, les lois et modèles et les défis du XXI^{ème} siècle dans l'esprit plus général des 3 compétences : « observer », « comprendre » et « agir ». Le sujet fait aussi parfois appel à des notions traitées en classe de Seconde ou de Première S.

Il comporte quatre exercices. Deux exercices s'appuient sur une problématique commune : celle de la « surprenante » élévation de la température de certaines pierres de la grande pyramide de Khéops par rapport aux autres pierres de l'édifice. Les exercices vont mettre en exergue l'observation du phénomène, sa compréhension et les moyens mis à disposition pour l'étudier. Le troisième exercice s'intéresse au déplacement de la galaxie d'Andromède dans l'espace et enfin un dernier exercice, de facture beaucoup plus classique, s'intéresse au lancer parabolique d'un ballon de basket. Cet exercice a d'ailleurs recueilli un score de bonnes réponses supérieur aux trois autres exercices.

Les candidats devant traiter seulement 45 questions parmi 60, ils avaient donc la possibilité de ne pas répondre à 15 questions. Celles qui ont été les moins traitées, dont le taux d'abstention est supérieur à 60%, sont les suivantes :

n° 11 (66,3%) : Une question fortement délaissée par les candidats craignant peut-être des calculs compliqués alors que seule la relation de la vitesse en fonction de la distance et de la durée était nécessaire.

n° 14 (67,9%) : Question simple sur la forme de la loupe pourtant manipulée en TP dès la classe de Seconde. Beaucoup de candidats n'ont pas vu qu'il fallait éliminer d'office certaines propositions et ont préféré ne pas traiter la question.

n° 20 (70,9%) : Une question de cours sur la longueur d'onde d'une transition d'énergie vibratoire que les candidats ont eu raison de ne pas traiter s'ils avaient oublié la réponse.

n° 34 (78,6%) : Une question fortement évitée par les candidats qui n'avaient peut-être pas encore traité cette partie du programme parfois reléguée en fin d'année. Il en est de même pour les questions n° 35 (64,1%) et n° 37 (61,2%).

n° 40 (61,2%) : Certainement la question qui a fait le plus peur aux candidats de part la « complexité » de la relation à utiliser qui était pourtant fournie dans l'énoncé. Il fallait juste extraire l'inconnue de la relation puis faire le calcul numérique.

n° 44 (61,1%) : Une question sur les spectres d'absorption traitée dès la classe de Seconde mais oubliée certainement malgré les rappels en classe de 1^{ère} S et Terminale.

La question la moins bien traitée, dont le pourcentage de bonnes réponses est inférieur à 25% parmi ceux qui ont répondu, est la question :

n° 8 (8,7%) : Une question sur les échanges de chaleur entre deux milieux. Les candidats se sont trompés non pas sur le calcul numérique mais sur le signe. Une erreur classique.

En conclusion, les candidats ont rencontré en général des difficultés sur les questions portant sur :

- le temps et la relativité restreinte
- les lentilles en optique
- les transferts macroscopiques d'énergie
- les transferts quantiques d'énergie
- la numérisation de l'informatique

Les candidats ont par ailleurs traité dans l'ensemble assez correctement l'exercice abordant les bases de la mécanique classique.

Rappel : les candidats ne doivent répondre qu'à 45 questions sur les 60 proposées. Chaque réponse exacte incrémente le score du candidat de 3 points, tandis qu'une mauvaise réponse entraîne le retrait d'un point.

EXERCICE 1 : Questions 1 à 11

Cet exercice pose les bases de la problématique de cet étonnant phénomène observé par l'équipe de « Scan Pyramids » et publié dans le magazine « sciences et avenir ». Les transferts macroscopiques d'énergie y sont développés. Les étudiants découvrent dans cet exercice la nature nummulitique du calcaire ayant servi à construire la pyramide ainsi que ses propriétés de conductivité thermique. Cet exercice traite aussi du temps et de la relativité restreinte par l'étude de la durée de vie des muons, particules cosmiques, utilisés pour l'analyse non intrusive de la structure de la pyramide.

Pourcentage moyen de bonnes réponses parmi ceux qui ont répondu : 57%

Taux moyen d'abstention : 35%

EXERCICE 2 :

Cet exercice étudie en détail le thermomètre à infrarouge.

1ère partie : Questions 12 à 20

Ici, différentes notions sont abordées telles que le modèle du corps noir, la dualité onde - particule et les propriétés du laser. En outre, des notions de Seconde comme les spectres ou encore de Première comme la forme des lentilles sont exploitées.

Pourcentage moyen de bonnes réponses parmi ceux qui ont répondu : 59%

Taux moyen d'abstention : 36%

2ème partie : Questions 21 à 30

Cette deuxième partie permet d'exploiter les propriétés ondulatoires de la lumière pour permettre de déterminer la longueur d'onde du pointeur laser du thermomètre à infrarouge par deux méthodes : la diffraction et les interférences.

Pourcentage moyen de bonnes réponses parmi ceux qui ont répondu : 63%

Taux moyen d'abstention : 21%

3ème partie : Questions 31 à 40

La troisième partie est clairement orientée sur la numérisation de l'information et sa transmission. L'étude porte sur le convertisseur, l'échantillonnage, la taille de l'image et sur la fibre optique.

Pourcentage moyen de bonnes réponses parmi ceux qui ont répondu : 63%

Taux moyen d'abstention : 61%

EXERCICE 3 : Questions 41 à 46

Cet exercice étudie le spectre de rayonnement de la Galaxie d'Andromède. Le spectre est donné et demande de l'observation aux étudiants pour répondre aux différentes questions permettant d'aboutir à la conclusion du rapprochement de la Galaxie d'Andromède vers la Terre.

Pourcentage moyen de bonnes réponses parmi ceux qui ont répondu : 53%

Taux moyen d'abstention : 45%

EXERCICE 4 : Questions 47 à 60

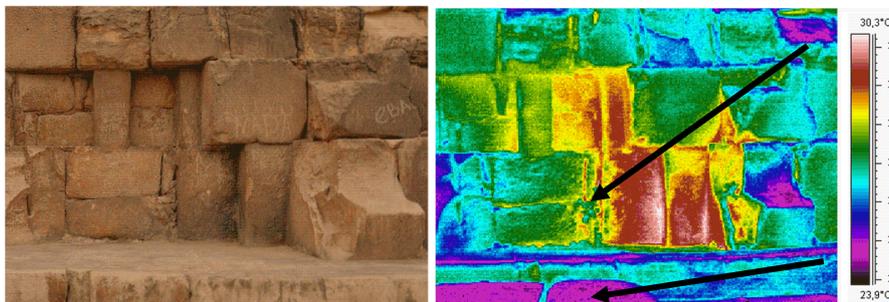
L'exercice exploite la compétence « comprendre » les lois et modèles. L'exercice étudie la cinématique et la dynamique du lancer parabolique du ballon de basket. Les notions de travail et d'énergie sont aussi abordées.

Pourcentage moyen de bonnes réponses parmi ceux qui ont répondu : 66%

Taux moyen d'abstention : 20%

EXERCICE 1

La pyramide de Khéops, située sur le plateau de Gizeh près du Caire, n'a pas fini de surprendre les scientifiques. Récemment le magazine « sciences et avenir » publiait une découverte étonnante révélée le 9 novembre 2015 par l'équipe de « Scan Pyramids ». Côté Est au niveau du sol, certaines pierres, alors que la pyramide est en train d'être réchauffée par le Soleil, présentent une différence de température allant jusqu'à 6°C par rapport aux pierres voisines !



D'après J-C. BARRE , le spécialiste français des relevés de température, qui a procédé aux mesures avec le Dr C. IBARRA-CASTANEDO, membre du laboratoire de thermographie de l'Université de LAVAL à QUEBEC, ce comportement peu classique pourrait éventuellement résulter de zones creuses inconnues dans la pyramide.

Une cartographie 3D va être réalisée prochainement par détection, entre autres, des muons, particules produites par interaction entre les particules cosmiques et les particules de la haute atmosphère.

Pour cela, à l'intérieur des pyramides seront placés des détecteurs de muons qui permettront de discerner des zones de vide que les muons pourront traverser facilement et les zones plus denses où certains d'entre eux seront déviés ou absorbés.

1) L'appareil de mesure permettant de relever une élévation de température et ayant permis d'obtenir la photographie de droite est sensible aux rayons :

- A) gammas
- B) X
- C) ultraviolets
- D) infrarouges

Bonne réponse : D

Réponses : A : 4,1% B : 2,8% C : 9,7% D : 67,9%

Pas de réponse : 15,4%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 80,3%

Certains candidats ignorent que cette zone de température correspond à un rayonnement infrarouge. Cette question est pourtant traitée dès la classe de première S dans le cadre de la loi de Wien. La méconnaissance à cette question est d'autant plus surprenante que les caméras thermiques sont maintenant assez courantes et que les déperditions de chaleur sont un sujet d'actualité dans le cadre d'un vaste programme d'économie d'énergie avec les isolations thermiques, notions étudiées en classe de terminale.

2) La température est une grandeur macroscopique traduisant :

- A) un échange de chaleur
- B) une augmentation de la chaleur
- C) une agitation microscopique
- D) une augmentation de pression

Bonne réponse : C

Réponses : A : 15,7% B : 7,9% C : 61,1% D : 1,4%

Pas de réponse : 13,9%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 70,9%

La température est effectivement la grandeur macroscopique associée à un phénomène microscopique. Ce n'est pas forcément évident à admettre pour les élèves. Le piège classique est de confondre chaleur et température.

3) La fréquence des ondes détectées par l'appareil de mesure est environ égale à $3 \cdot 10^{13}$ Hz. La longueur d'onde des ondes associées est de l'ordre de :

- A) 100 nm
- B) 1000 nm
- C) 10 μ m
- D) 100 μ m

Bonne réponse : C

Réponses : A : 9,9% B : 13,9% C : 36,2% D : 5,3%

Pas de réponse : 34,7%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 55,3%

Cette question présentait deux difficultés : la connaissance de la relation $\lambda = \frac{c}{\nu}$ avec ν la fréquence et la conversion des mètres en micromètres. Une question très mal traitée pourtant étudiée en classe de première et revue de façon approfondie en terminale.

4) Le transfert thermique entre l'intérieur froid et l'extérieur chaud de la pyramide se fait par :

- A) convection thermique, à l'intérieur des blocs de pierre de la pyramide
- B) conduction thermique, à l'intérieur des blocs de pierre de la pyramide
- C) rayonnement thermique, à l'intérieur des blocs de pierre de la pyramide
- D) convection thermique de la pierre jusqu'au capteur de température placé à l'extérieur de la pyramide

Bonne réponse : B

Réponses : A : 10,9% B : 48,4% C : 4,7% D : 3,9%

Pas de réponse : 32,1%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 71,3%

Encore une question qui a posé des difficultés à plus de la moitié des candidats qui confondent la convection dans les gaz et liquides, la conduction dans les matériaux solides et le rayonnement thermique qui ne nécessite pas de milieu matériel.

5) Le transfert thermique conduisant au refroidissement des pierres la nuit est :

- A) un phénomène athermique
- B) un phénomène endothermique
- C) est tel que pour le système « pierre », la quantité de chaleur Q échangée avec l'extérieur est positive
- D) est tel que pour le système « pierre » la quantité de chaleur Q échangée avec l'extérieur est négative

Bonne réponse : D

Réponses : A : 1,1% B : 6,5% C : 11,3% D : 27,9%

Pas de réponse : 53,1%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 59,5%

Il s'agit là d'un phénomène exothermique qui est compté négativement pour la pierre puisqu'elle perd de l'énergie. Un mystère pour plus des 2/3 des candidats ! La métaphore avec l'argent qui quitte le portefeuille et dont la perte est comptée comme un acte négatif pour le portefeuille a été oubliée.

- 6) Le flux thermique φ , dont la relation est $\varphi = \frac{Q}{\Delta t}$ avec Q la quantité de chaleur échangée entre l'extérieur et l'intérieur de la pyramide et Δt la durée du transfert thermique, a la dimension :
- A) d'un travail
 - B) d'une énergie
 - C) d'une chaleur
 - D) d'une puissance

Bonne réponse : D

Réponses : A : 6,5% B : 28,6% C : 3,6% D : 32,8%

Pas de réponse : 28,4%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 45,8%

La puissance est le rapport d'une énergie (la chaleur) par une durée. 1/3 des candidats a répondu correctement à cette question. Le gros pourcentage de réponse « B » traduit le fait que les étudiants n'ont pas tous assimilé que la chaleur est de l'énergie.

- 7) La résistance thermique R_{th} (en $K.W^{-1}$) de la paroi est égale à $R_{th} = \frac{e}{\lambda S}$ avec e l'épaisseur de la paroi en m et S sa surface en m^2 . Le calcaire nummulitique ayant servi à la construction de la pyramide de Khéops a une conductivité thermique λ égale à 1 u.s.i. (unité du système international). L'unité de λ est :
- A) $W.m^{-1}.K$
 - B) $W^{-1}.m.K^{-1}$
 - C) $W.m^{-1}.K^{-1}$
 - D) $W^{-1}.m.K$

Bonne réponse : C

Réponses : A : 5,1% B : 3,1% C : 67,2% D : 9,6%

Pas de réponse : 15,1%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 79,1%

Un bon taux de bonnes réponses à une question très simple portant sur les unités. Un simple rapport d'unités donnait effectivement la bonne réponse. Un exercice auquel les élèves s'entraînent dès la classe de seconde.

- 8) Considérons un bloc de pierre de la pyramide exposé au soleil de surface $S = 1 m^2$, d'épaisseur $e = 50$ cm et de conductivité thermique λ égale à 1 u.s.i. L'écart thermique ΔT entre la face chaude à l'extérieur de la pyramide et la face froide à l'intérieur de la pierre est de $2^\circ C$. Le flux est égal à $\varphi = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{\Delta T}{R_{th}}$ avec $R_{th} = \frac{e}{\lambda S}$. Pour la pierre, le transfert thermique Q fourni vers l'intérieur de la pyramide pendant une heure est égal à :
- A) + 14400 J
 - B) - 14400 J
 - C) + 3600 J
 - D) - 3600 J

Bonne réponse : B

Réponses : A : 39,8% B : 5% C : 10,2% D : 1,7%

Pas de réponse : 43,2%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 8,7%

Une question en deux temps : Le calcul numérique simple qui a été réussi par la moitié des candidats et l'interprétation du signe. Il fallait faire attention au mot « fourni ». Le système « pierre » perd de la chaleur car il la fournit à l'intérieur de la pyramide! Une perte étant considérée négativement, il fallait répondre le choix « B ».

9) Au CERN (Centre Européen pour la Recherche Nucléaire), on a mesuré la durée de vie des muons lorsqu'ils sont au repos et lorsqu'ils sont en mouvement. Dans le désordre, on a trouvé les valeurs : $2,2 \cdot 10^{-6} s$ et $63,8 \cdot 10^{-6} s$.

$63,8 \cdot 10^{-6} s$ est la valeur de la durée de vie de la particule

- A) au repos, mesurée dans le référentiel terrestre
- B) au repos, mesurée dans le référentiel de la particule
- C) en mouvement, mesurée dans le référentiel de la particule
- D) en mouvement, mesurée dans le référentiel terrestre

Bonne réponse : D

Réponses : A : 16,1% B : 7,4% C : 10,2% D : 24,1%

Pas de réponse : 42,2%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 41,7%

4/5 des élèves n'ont pas su répondre à cette question ! La notion de temps et de relativité restreinte est toujours une difficulté pour les élèves. On appréciera néanmoins que la moitié des élèves ait quand même proposé une réponse et que presque la moitié d'entre eux y ait répondu correctement.

10) En appelant ΔT_0 la durée de vie propre des muons et $\Delta T'$ la durée de vie mesurée, la vitesse v de déplacement des muons en fonction de la célérité c de la lumière est égale à :

- A) $v = c \sqrt{1 - \left(\frac{\Delta T'}{\Delta T_0}\right)^2}$
- B) $v = c \sqrt{1 - \left(\frac{\Delta T_0}{\Delta T'}\right)^2}$
- C) $v = c \sqrt{1 + \left(\frac{\Delta T_0}{\Delta T'}\right)^2}$
- D) $v = c \sqrt{1 + \left(\frac{\Delta T'}{\Delta T_0}\right)^2}$

Bonne réponse : B

Réponses : A : 22,1% B : 25,9% C : 3,3% D : 3,2%

Pas de réponse : 45,5%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 47,6%

La connaissance de la relation n'est pas au programme, mais le bon sens permettait d'identifier le bon choix. Effectivement les propositions « C » et « D » étaient à exclure sinon la vitesse de la particule serait supérieure à celle de la lumière. La durée de vie propre des muons étant inférieure à celle mesurée, la proposition « A » donne un contenu de racine négatif. Par déduction, il ne reste

plus que la proposition « B ». Là encore ¼ seulement des candidats a répondu correctement à la question.

11) Sachant que la vitesse des muons est égale à $0,999.c$, la distance parcourue, dans un référentiel terrestre, par les muons durant leur vie propre serait alors environ égale à :

- A) 660 m en mécanique newtonienne
- B) 660 m en relativité restreinte
- C) 19 km en mécanique newtonienne
- D) Aucune de ces valeurs

Bonne réponse : A

Réponses : A : 9,1% B : 9,5% C : 8,3% D : 6,8%

Pas de réponse : 66,3%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 27%

Une question non traitée ou mal traitée. Les candidats ont visiblement eu peur de devoir faire appel à des relations compliquées. En mécanique newtonienne la relation $v = d\Delta t$ est valable. En assimilant en première approximation la vitesse du muon à celle de la lumière $3.10^8 m.s^{-1}$ et en considérant la vie propre du muon égale à $2,2.10^{-6}$, le produit des deux donnait bien 660m.

EXERCICE 2

Le thermomètre utilisé par l'équipe scientifique de « Scan pyramids » (exercice 1) est à visée laser. L'instrument mesure la température à la surface des pierres de la pyramide à partir de l'émission de la lumière qu'elles produisent. On considèrera que les pierres de la pyramide sont assimilables à des corps noirs, c'est à dire que la longueur d'onde du maximum d'intensité lumineuse émise λ_M (en m) ne dépend que de la température absolue T (en Kelvin K) et vérifie la loi de WIEN :

$$\lambda_M \cdot T = 3.10^{-3} \text{ (en m.K)}$$

Un dispositif électronique vient ensuite épauler le capteur afin de donner le résultat sous la forme d'une image sur laquelle la couleur dépend de la température.

1^{ère} partie :

Etude de la température mesurée et des propriétés des photons.

12) Le capteur pointe la surface des pierres présentant une anomalie de température et enregistre un signal de longueur d'onde $10^{-5} m$.

On rappelle la conversion « degré Celsius en Kelvin » :

$$T(K) = \theta(^{\circ}C) + 273,15$$

La température relevée est environ égale à :

- A) 330 °C
- B) 30 °C
- C) 30 K
- D) 330 K

Bonne réponse : B

Réponses : A : 2% B : 55,2% C : 5,3% D : 22,1%

Pas de réponse : 15,3%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 65,2%

L'utilisation de la loi de Wien et de la conversion de Kelvin à Celcius permettait rapidement de trouver la réponse. Un taux de réponse décevant pour une question très simple.

13) Le spectre d'un corps chauffé est un spectre :

- A) de raies d'émission
- B) de raies d'absorption
- C) continu d'absorption
- D) continu d'émission

Bonne réponse : D

Réponses : A : 19% B : 13,2% C : 5,5% D : 16,9%

Pas de réponse : 45,4%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 31%

Une question abordée de la seconde à la terminale, mais qui nécessitait la maîtrise du vocabulaire associé aux spectres. Seulement la moitié des candidats ont abordé cette question de vocabulaire pur.

14) Le détecteur à infrarouge est constitué d'une lentille convergente.

- A) La lentille est convexe
- B) La lentille est concave
- C) La lentille a une vergence négative
- D) La lentille forme une image virtuelle des rayons issus des pierres des pyramides

Bonne réponse : A

Réponses : A : 17,8% B : 9,8% C : 1,2% D : 3,4%

Pas de réponse : 67,9%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 55,4%

La bonne réponse était forcément la proposition « A » ou la « B » car la lentille est forcément convexe ou concave. Restait à se souvenir qu'une lentille convergente est une loupe et à se rappeler de la forme d'une loupe. Une question plutôt facile donc mais seulement 1/3 des candidats ont répondu.

15) Le laser est une source de lumière cohérente. Cela signifie que les photons émis :

- A) ont même fréquence
- B) sont en phase
- C) ont la même direction
- D) ont une grande énergie

Bonne réponse : A

Réponses : A : 32,6% B : 26% C : 15,4% D : 0,5%

Pas de réponse : 25,5%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 43,7%

Un bon taux de participation pour une question de cours.

16) La dualité onde - particule introduite par Louis De BROGLIE conduit à associer une onde à toute particule, matérielle ou non, de quantité de mouvement p telle que :

- A) $p = m \cdot v$ avec m la masse de la particule et v sa vitesse
- B) $p = \frac{m}{v}$
- C) $p = \frac{h}{\lambda}$ avec h la constante de Planck et λ la longueur d'onde
- D) $p = h \cdot \lambda$

Bonne réponse : C

Réponses : A : 35% B : 1,8% C : 32,8% D : 7,8%

Pas de réponse : 22,5%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 42,3%

Un taux satisfaisant de bonnes réponses. Evidemment l'erreur est la confusion entre la quantité de mouvement en mécanique classique (réponse « A ») et celle introduite par DE BROGLIE (réponse « C »)

17) L'énergie E d'un photon reliant la constante de Planck $= 6,63 \cdot 10^{-34} J \cdot s$, la longueur d'onde λ (en m) du photon et la célérité c de la lumière $c = 3 \cdot 10^8 m \cdot s^{-1}$ est donnée par la relation :

A) $E = \frac{h}{c \cdot \lambda}$

B) $E = \frac{h \cdot \lambda}{c}$

C) $E = \frac{c}{h \cdot \lambda}$

D) $E = \frac{h \cdot c}{\lambda}$

Bonne réponse : D

Réponses : A : 2,3% B : 9,9% C : 2,5% D : 70,2%

Pas de réponse : 15,2%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 82,8%

Une question qui se résolvait à l'aide des unités. Beaucoup de candidats ont répondu et très peu se sont trompés. Cela témoigne d'une certaine maîtrise de ce type de résolution.

18) Dans un laser, au cours d'une émission stimulée, un photon d'énergie E est émis :

A) spontanément par un atome initialement dans son état fondamental

B) spontanément par un atome initialement dans un état excité

C) lorsqu'un photon de même énergie interagit avec un atome dans son état fondamental

D) lorsqu'un photon de même énergie interagit avec un atome dans un état excité

Bonne réponse : D

Réponses : A : 3,3% B : 14,4% C : 7,7% D : 27,1%

Pas de réponse : 47,5%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 51,7%

La moitié des candidats a répondu et parmi elle la moitié a juste. Effectivement au cours d'une émission stimulée, un photon d'énergie E est émis lorsqu'un photon de même énergie interagit avec un atome dans un état excité. Découvert il y a 56 ans, le principe du laser reste encore un mystère pour certains candidats.

19) L'électron-volt (eV) est l'unité d'énergie utilisée en physique des particules : c'est l'énergie acquise par un électron soumis à un potentiel électrique de 1V. Sa valeur est égale à :

A) $1,6 \cdot 10^{-19} J$

B) $1,6 \cdot 10^{-19} W$

C) $1,6 \cdot 10^{19} J$

D) $1,6 \cdot 10^{19} W$

Bonne réponse : A

Réponses : A : 74,9% B : 4% C : 5,1% D : 0,5%

Pas de réponse : 15,5%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 88,6%

Une question qui ne pouvait, pour les candidats, être répondue qu'en éliminant les propositions inadaptées. Une énergie s'exprime en Joule et non en Watt, l'unité de la puissance. Les propositions « B » et « D » sont donc à exclure. La proposition « C » est en 10 puissance 19, une valeur extrêmement élevée surtout lorsqu'on parle d'un seul électron soumis à un volt. La proposition C est donc aussi à exclure. Reste la proposition « A » qui est la réponse.

20) La longueur d'onde d'une transition d'énergie vibratoire est associée à une radiation :

- A) ultraviolette
- B) visible
- C) infrarouge
- D) radio

Bonne réponse : C

Réponses : A : 4,6% B : 5,5% C : 10,9% D : 8,2%

Pas de réponse : 70,9%

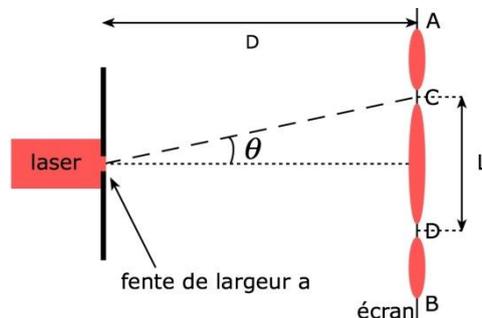
Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 37,3%

Une question simple mais qu'il valait mieux éviter de traiter si on ne connaissait pas cette partie du cours. Cette question a été fortement évitée et seulement $\frac{1}{4}$ de bonnes réponses pour ceux qui l'ont traitée.

2^{ème} partie :

Recherche de la longueur d'onde du pointeur laser rouge utilisé par deux méthodes.

On réalise une première expérience schématisée ci-dessous :



On place le pointeur laser devant une fente de largeur a . On observe des taches lumineuses sur un écran situé à la distance D de la fente.

Le schéma ci-dessus répertorie les notations utilisées dans les questions suivantes.

21) L'angle θ

- A) est proportionnel à la largeur de la fente

- B) dépend de la couleur du faisceau lumineux
- C) est proportionnel à la largeur du faisceau laser
- D) est inversement proportionnel à la largeur du faisceau laser

Bonne réponse : B

Réponses : A : 35,7% B : 40% C : 5% D : 8,3%

Pas de réponse : 10,9%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 44,9%

L'angle θ est inversement proportionnel à la largeur de la fente et non de la largeur du faisceau laser. Plus la fente est fine, plus l'angle de diffraction est grand. La proposition « A » affirme le contraire. « A » est donc à proscrire. La largeur du faisceau laser n'a absolument rien à voir avec le phénomène de diffraction puisque la fente ne laisse passer que la même quantité de lumière quelle que soit la largeur du faisceau lumineux avant. Les propositions « C » et « D » sont donc à proscrire. Ne reste que la proposition « B » qui traduit le phénomène bien connu d'irisation de la tache centrale en cas d'éclairage avec de la lumière blanche.

22) Pour déterminer, le plus précisément possible, la longueur L de la tache centrale, on mesure à la règle :

- A) la distance AB séparant les 3 taches et on divise par 2
- B) la distance AB séparant les 3 taches et on divise par 3
- C) la longueur CD de la tache centrale
- D) la largeur de la fente

Bonne réponse : A

Réponses : A : 33,5% B : 8,1% C : 38,4% D : 9,2%

Pas de réponse : 10,8%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 37,5%

Il y avait un piège ! Il ne fallait pas oublier que la tache centrale a une longueur double des autres taches. Un rapide coup d'œil sur la figure de l'énoncé permettait de lever le piège ! Réponse « A » donc !

23) Dans l'approximation des petits angles, la relation liant L, λ (longueur d'onde du laser), D et a est :

- A) $\frac{\lambda}{a} = \frac{L}{D}$
- B) $\frac{a}{\lambda} = \frac{L}{D}$
- C) $\frac{a}{\lambda} = \frac{L}{2D}$
- D) $\frac{\lambda}{a} = \frac{L}{2D}$

Bonne réponse : D

Réponses : A : 4,5% B : 1,1% C : 9,9% D : 73,2%

Pas de réponse : 11,3%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 82,5%

La résolution avec les unités n'était pas possible dans ce cas car toutes les grandeurs sont en mètres. Par contre il fallait utiliser le théorème de Thalès. Les candidats ont dans l'ensemble très bien répondu à cette question.

- 24) On mesure la longueur de la tache centrale L pour différentes fentes de largeur a . On trace alors la courbe $L = f\left(\frac{1}{a}\right)$. C'est une droite dont le coefficient directeur est :
- A) proportionnel à λ
 - B) inversement proportionnel à λ
 - C) égal à λ
 - D) est égal à l'inverse de λ

Bonne réponse : A

Réponses : A : 31% B : 17,4% C : 7,2% D : 1,9%

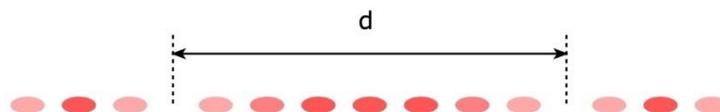
Pas de réponse : 42,6%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 53,9%

Cette question découlait de la question précédente qui avait été très bien répondue dans son ensemble. De la question précédente, on déduisait aisément que la longueur de la tache centrale était proportionnelle à la longueur d'onde, d'où la proposition « A ».

- 25) Si on avait remplacé le laser par de la lumière blanche on aurait obtenu une tache centrale :
- A) de toutes les couleurs
 - B) blanche
 - C) blanche irisée dont les extrémités sont rouges
 - D) blanche irisée dont les extrémités sont bleues

On réalise une deuxième expérience en remplaçant la fente de largeur a par deux fentes identiques, dites fentes d'Young, de même largeur a , très proches l'une de l'autre et séparées par une distance b . Le reste du dispositif reste inchangé. Ces deux fentes étant éclairées par le même laser rouge, on observe alors une tache centrale dont la longueur sera appelée d , elle-même remplie de petites taches comme sur le schéma ci-dessous :



Bonne réponse : C

Réponses : A : 24,2% B : 16,8% C : 18,4% D : 7,1%

Pas de réponse : 33,5%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 27,7%

La longueur de la tache centrale étant proportionnelle à la longueur d'onde, il suffit de se souvenir que $\lambda_{bleu} < \lambda_{rouge}$ pour en conclure que la tache est irisée avec des extrémités rouges.

- 26) Le phénomène observé est un phénomène :
- A) de diffraction uniquement
 - B) d'interférences uniquement
 - C) de réfraction uniquement
 - D) d'interférences couplées à de la diffraction

Bonne réponse : D

Réponses : A : 6,3% B : 15,8% C : 0,5% D : 66,2%

Pas de réponse : 11,2%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 74,5%

Les petites taches sont des taches d'interférences incluses dans les grandes taches de diffraction. Réponse « D ». Un phénomène compris par une grande majorité des candidats.

27) En appelant L la longueur de la tache centrale obtenue avec une seule fente (expérience précédente), on peut dire que :

A) $d = L$

B) $d = 7L$

C) $d = \frac{L}{7}$

D) aucune des propositions n'est vraie

Bonne réponse : A

Réponses : A : 34,4% B : 9,8% C : 5,4% D : 21,6%

Pas de réponse : 28,9%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 48,3%

Cette question ne demandait aucune connaissance. Il suffisait d'observer les deux figures proposées pour conclure que $d=L$ était la bonne proposition. Un tiers des candidats ayant traité la question a répondu correctement.

28) La distance séparant les milieux de deux franges brillantes (ou sombres) s'appelle l'interfrange, notée i . On note D la distance entre les fentes d'Young et l'écran. Celle-ci est égale à :

A) $i = \lambda D^2$

B) $i = \frac{\lambda D}{b}$

C) $i = \frac{\lambda b}{D^2}$

D) $i = \lambda b D$

Bonne réponse : B

Réponses : A : 1% B : 71,8% C : 5,9% D : 1,2%

Pas de réponse : 20,1%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 89,9%

Là encore une question qui pouvait se résoudre grâce aux unités. Toutes les grandeurs citées ayant la dimension d'une longueur, seule la proposition « B » a comme unité *mètre* à gauche et à droite de l'expression. Très bon taux de réponses correctes à cette question.

29) Sachant que $a = 1 \text{ m}$, $b = 0,2 \text{ mm}$ et $i = 3,4 \text{ mm}$, la longueur d'onde λ du pointeur laser est égale à :

A) $480 \mu\text{m}$

B) $680 \mu\text{m}$

C) 680 nm

D) 480 nm

Bonne réponse : C

Réponses : A : 0,9% B : 20,2% C : 54,1% D : 2,2%

Pas de réponse : 22,6%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 69,8%

Connaissant la réponse à la question précédente, une simple application numérique était demandée. Par contre certains candidats ont confondu les micromètres et les nanomètres.

30) Des interférences destructives s'observent sur l'écran lorsque les ondes sont :

- A) cohérentes et en phase
- B) incohérentes et en phase
- C) cohérentes et en opposition de phase
- D) incohérentes et en opposition de phase

Bonne réponse : C

Réponses : A : 1,8% B : 1,7% C : 72,9% D : 8,4%

Pas de réponse : 15,3%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 86%

Pour obtenir des interférences destructives, c'est-à-dire la suppression du signal, il faut obligatoirement que les signaux aient la même fréquence, c'est-à-dire cohérents, et en opposition de phase. Une très bonne partie des candidats a répondu correctement à cette question.

3^{ème} partie :

Etude de l'image obtenue sur l'écran et transmission vers un serveur

31) Le thermomètre électronique pointe vers les pierres présentant l'anomalie thermique. Le capteur délivre une tension qui va être convertie afin de pouvoir être traitée par le microcontrôleur du thermomètre électronique. La tension délivrée par le capteur est une :

- A) grandeur analogique continue
- B) grandeur numérique discrète
- C) grandeur facilement traitable par le microcontrôleur
- D) grandeur de forte amplitude

Bonne réponse : A

Réponses : A : 32,2% B : 6,5% C : 1,1% D : 1%

Pas de réponse : 59,2%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 78,9%

La tension est une grandeur analogique et continue. La proposition « A » est correcte. Les candidats ne sont pas laissés séduire par la proposition « C ». Effectivement, la tension a besoin d'être convertie numériquement avant d'être traitée par le microcontrôleur.

32) La tension fournie par le capteur ne peut pas être comprise et interprétée par le microcontrôleur. Elle est obligée de passer au préalable par un :

- A) amplificateur de courant
- B) filtre numérique
- C) CNA (Convertisseur numérique analogique)
- D) CAN (Convertisseur analogique numérique)

Bonne réponse : D

Réponses : A : 1,1% B : 0,4% C : 8% D : 40,3%

Pas de réponse : 50,2%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 81%

La difficulté de cette question repose sur la compréhension de la différence entre un signal analogique et un signal numérique. Seul ce dernier est compréhensible par le microcontrôleur. Il faut donc un convertisseur analogique vers le numérique. Réponse « D ». Excellent taux de réponses correctes parmi ceux qui ont répondu.

33) Le convertisseur utilisé est un convertisseur 10 bits. Le nombre de niveaux de tension que l'on pourra relever est de :

- A) 10
- B) 10^2
- C) 2^{10}
- D) 20

Bonne réponse : C

Réponses : A : 2,1% B : 2,2% C : 37,9% D : 0,4%

Pas de réponse : 57,3%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 88,9%

Là encore, la moitié des candidats a répondu avec un excellent score de bonnes réponses. Une notion pas compliquée et bien assimilée.

34) Le convertisseur utilisé est un convertisseur 10 bits. La plage de mesure est de 5 V. Le pas est environ égal à :

- A) 2 mV
- B) 5 mV
- C) 0,5 V
- D) 2 V

Bonne réponse : B

Réponses : A : 3,1% B : 7,4% C : 8,7% D : 2,1%

Pas de réponse : 78,6%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 34,6%

$2^{10} = 1024$, ainsi $\frac{5}{1000} = 0,005 V = 5 mV$. Réponse « B » donc. Très peu de réponses, les candidats ayant visiblement eu peur du calcul pourtant rapide de 2^{10} .

35) La fréquence d'échantillonnage est de 1 MHz.

- A) L'échantillonnage consiste à prélever le signal numérique à intervalle de temps réguliers
- B) L'échantillonnage convertit les nombres binaires en tension
- C) La durée entre deux prélèvements du signal est de 1 ms
- D) La durée entre deux prélèvements du signal est de 1 μs

Bonne réponse : D

Réponses : A : 10,2% B : 1% C : 4,6% D : 20,1%

Pas de réponse : 64,1%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 55,9%

1 MHz est une fréquence. Il fallait dans un premier temps calculer la période et vérifier si une des propositions « C » ou « D » ne correspondait pas à la bonne période. Or $= \frac{1}{f} = \frac{1}{10^6} = 10^{-6} s = 1 \mu s$. Réponse « D » donc. Seulement 20% des candidats ont fait le calcul correctement.

- 36) L'image formée sur l'écran est composée de pixels, eux-mêmes divisés en 3 sous-pixels. En codage « RVB 24 bits », chaque sous-pixel est codé sur 1 octet. Le nombre de couleurs que peut donc afficher un pixel est de :**
- A) 256×3
 - B) $256 \times 256 \times 256$
 - C) $8^2 \times 8^2 \times 8^2$
 - D) $8^2 \times 3$

Bonne réponse : B

Réponses : A : 4,1% B : 33,3% C : 2,7% D : 1,1%

Pas de réponse : 58,8%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 80,9%

Un sous-pixel constitué d'un octet, soit huit bits, peut donc afficher $2^8 = 256$ nuances d'une couleur. Trois sous-pixels permettent donc d'afficher $256 \times 256 \times 256$ couleurs. La plupart des candidats ayant répondu l'ont fait correctement.

- 37) Un pixel gris très foncé, presque noir, apparaît sur l'image. Le noir étant codé par le nombre 0, le codage du pixel gris est :**

- A) $4 \times 4 \times 4$
- B) $252 \times 252 \times 252$
- C) $60 \times 60 \times 60$
- D) $4 \times 60 \times 252$

Bonne réponse : A

Réponses : A : 32,8% B : 2,8% C : 1,8% D : 1,4%

Pas de réponse : 61,2%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 82,4%

Pour être gris, le pixel doit être composé de trois sous-pixels de même intensité, c'est-à-dire de même valeur. Cela exclut la proposition « D ». Un sous-pixel peu lumineux a une valeur proche de zéro. La proposition « A » était donc la seule correcte. Très bon taux de réponse correcte à cette question.

- 38) L'écran d'affichage est un écran 640×480 pixels. La taille de l'image obtenue est de :**

- A) $640 \times 480 \times 3$ octets
- B) $640 \times 480 \times 3$ pixels
- C) 640×480 octets
- D) 640×480 sous-pixels

Bonne réponse : A

Réponses : A : 37,5% B : 4% C : 2,7% D : 0,8%

Pas de réponse : 55%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 83,3%

La tentation aurait été de choisir la proposition « B », mais le pixel n'est pas une unité de taille d'image. Effectivement la taille d'un fichier s'exprime en octet, kilo-octet, etc. ... Les propositions « B » et « D » sont donc incorrectes. Un pixel étant constitué de trois octets, il fallait donc retenir la proposition « A ». Parmi ceux qui ont répondu, on trouve plus de 80 % de bonnes réponses.

- 39) Une fibre optique assure la liaison entre un ordinateur qui reçoit l'information du thermomètre et le serveur qui stocke les informations. Une fibre optique utilise le principe de la :**

- A) réflexion totale dans la fibre

- B) diffusion totale dans la fibre
- C) réflexion totale dans la fibre
- D) diffraction totale dans la fibre

Bonne réponse : C

Réponses : A : 10,2% B : 5,8% C : 25,4% D : 2,8%

Pas de réponse : 55,9%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 57,6%

Certains candidats confondent la réfraction totale et la réflexion totale. Dans une fibre, le rayon lumineux « piégé » subit de multiples réflexions en se propageant dans le cœur de celle-ci. Un quart des candidats seulement a répondu correctement à cette question pourtant facile.

- 40) Le coefficient α d'atténuation linéique caractérise l'atténuation du signal entre l'entrée et la sortie d'une fibre optique. Il est défini par : $\alpha = \frac{10}{L} \log \frac{P_e}{P_s}$ avec L la longueur de la fibre, P_e la puissance du signal d'entrée et P_s la puissance du signal de sortie. Ce coefficient est égal à $\alpha = 0,2 \text{ dB.km}^{-1}$ dans le cas de la fibre optique utilisée. Sur un tronçon de ligne de longueur $L = 100 \text{ km}$, la puissance du signal de sortie est :**
- A) égale à la puissance du signal d'entrée
 - B) 100 fois plus faible que la puissance du signal d'entrée
 - C) 20 fois plus faible que la puissance du signal d'entrée
 - D) indépendante de la longueur d'onde du rayon lumineux

Bonne réponse : B

Réponses : A : 1% B : 15,5% C : 11,3% D : 11%

Pas de réponse : 61,2%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 40%

Une question qui semble avoir fait peur aux candidats. Pourtant, il ne s'agissait que d'une simple application numérique après avoir modifié la relation : $P_s =$

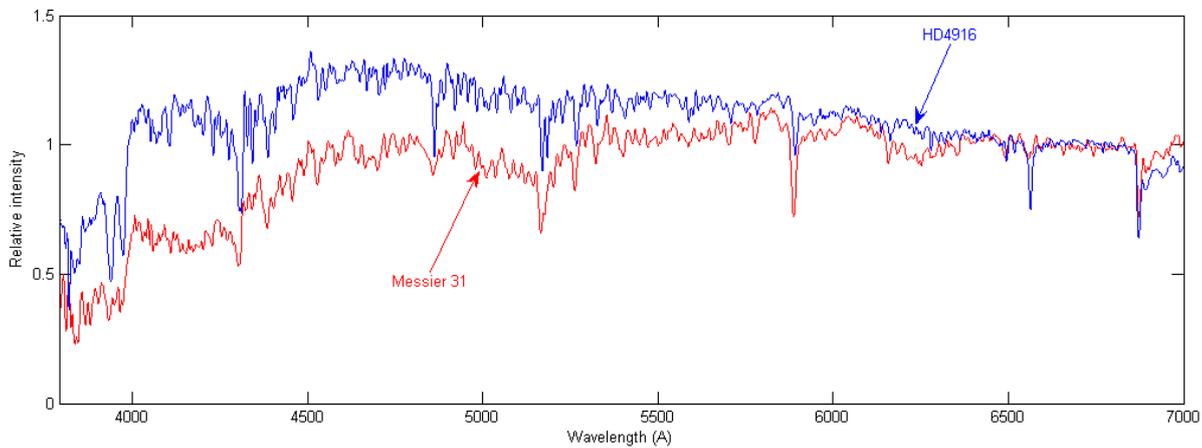
$$\frac{P_e}{10^{\frac{\alpha L}{10}}} = \frac{P_e}{10^2}, \text{ d'où la proposition « B ».}$$

EXERCICE 3

L'objet de cet exercice est de prendre un peu de distance par rapport à la Terre et d'observer le mouvement de **la galaxie d'Andromède (alias Messier M31)** par rapport à notre Terre. Son spectre est donné ci-dessous : (A titre de comparaison le spectre de HD4916, étoile de type solaire est également représenté).

En abscisse : la longueur d'onde en *Angstrom* ($1 \text{ Angstrom} = 10^{-10} \text{ m}$).

En ordonnée : l'intensité lumineuse. Plus cette dernière est élevée, plus l'étoile rayonne ce type de longueur d'onde.



41) Une étoile bleue :

- A) est chaude et jeune
- B) est froide et lointaine
- C) est froide et vieille
- D) a son maximum d'émission dans les hautes longueurs d'onde

Bonne réponse : A

Réponses : A : 49,9% B : 8,7% C : 10,4% D : 6,1%

Pas de réponse : 24,9%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 66,4%

La moitié des candidats a bien répondu à cette question qui reste un piège pour beaucoup de monde qui confond la notion de couleur chaleureuse au sens psychologique du terme et la notion de couleur associée à la température au sens physique du terme. Une étoile est bleue car elle est chaude (donc jeune) en émettant des longueurs d'onde avec un maximum dans les basses longueurs d'onde.

42) L'intensité lumineuse de Messier M31 diminue dans les basses longueurs d'onde traduisant le fait que les étoiles constituant la nébuleuse d'Andromède sont plutôt :

- A) vieilles
- B) jeunes
- C) éloignées les unes des autres
- D) proches les unes des autres

Bonne réponse : A

Réponses : A : 26,8% B : 12,7% C : 8,7% D : 3,2%

Pas de réponse : 48,6%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 52,2%

Aucun rapport avec le fait que les étoiles soient proches les unes des autres ou non. Par contre une galaxie émettant peu dans les basses longueurs d'onde (U.V.) traduit un vieillissement de la galaxie. Il fallait choisir la proposition « A ». 1/4 de bonnes réponses parmi les candidats.

43) Le pouvoir de résolution spectral d'un milieu dispersif mesure la capacité à distinguer deux longueurs d'onde différentes λ et $+\Delta\lambda$. Il est d'autant plus élevé que l'élément de résolution $\Delta\lambda$ (également appelé résolution spectrale élémentaire) est petit.

On donne $\Delta\lambda$ pour le prisme et le réseau : $\Delta\lambda_{\text{prisme}} = 1\text{nm}$, $\Delta\lambda_{\text{réseau}} = 0,1\text{nm}$

Pour déterminer la composition d'une étoile, on réalise un spectre avec la meilleure résolution possible, pour cela on réalise un spectre :

- A) de raie d'absorption à l'aide d'un prisme
- B) de raie d'émission à l'aide d'un prisme
- C) de raie d'absorption à l'aide d'un réseau
- D) de raie d'émission à l'aide d'un réseau

Bonne réponse : C

Réponses : A : 5,8% B : 3,4% C : 26,9% D : 12,6%

Pas de réponse : 51,3%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 55,2%

L'énoncé indique que le réseau a une résolution 10 fois meilleure à celle du prisme. Cela exclut d'office les propositions « A » et « B » pourtant retenues par presque 10% des candidats ! Une étoile émet de la lumière mais son atmosphère en absorbe une partie à cause des différents éléments chimiques la composant. On réalise donc sur Terre un spectre d'absorption. Réponse « C ». La moitié des candidats a répondu et seulement la moitié d'entre eux a répondu correctement à cette question pourtant abordée dès la seconde.

44) Au laboratoire, pour observer le spectre d'absorption de l'hydrogène, on utilise une ampoule contenant de l'hydrogène gazeux ainsi qu'un système dispersif. De plus :

- A) on excite le gaz contenu dans l'ampoule à l'aide d'une source d'énergie
- B) on n'excite pas le gaz contenu dans l'ampoule et on utilise en plus une source de lumière blanche
- C) on excite le gaz contenu dans l'ampoule et on utilise en plus une source de lumière blanche
- D) on n'excite pas le gaz et on n'utilise pas de source de lumière blanche

Bonne réponse : B

Réponses : A : 11,9% B : 10% C : 16,3% D : 0,7%

Pas de réponse : 61,1%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 25,7%

Exciter un gaz revient à en faire son spectre d'émission. Ici on réalise un spectre d'absorption ce qui élimine les propositions « A » et « C ». Le gaz va absorber certaines longueurs d'onde émises par la lumière blanche. Il fallait donc choisir la proposition « B ». Un taux de réponse à peu près égal entre les choix « A », « B » et « C » traduisant un doute certain sur la notion de spectre d'émission et d'absorption.

45) On repère sur le spectre un pic de longueur d'onde $\lambda = 4336 \text{ Angstrom}$ correspondant à la raie H_γ de l'hydrogène, dont la longueur d'onde de référence est $\lambda_r = 4340 \text{ Angstrom}$. Le décalage en longueur d'onde observé est vers :

- A) le bleu (blueshift) et Andromède se rapproche de la voie lactée
- B) le rouge (redshift) et Andromède s'éloigne de la voie lactée
- C) le bleu et Andromède s'éloigne de la voie lactée
- D) le rouge et Andromède se rapproche de la voie lactée

Bonne réponse : A

Réponses : A : 24,4% B : 11,6% C : 10,2% D : 4,5%

Pas de réponse : 49,4%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 48,1%

La longueur d'onde est mesurée avec 4 Angstrom de moins que prévu. Il y a donc un décalage vers le bleu (petite longueur d'onde), ce qui élimine naturellement les choix « B » et « D ». Reste à savoir si ce décalage est dû à un rapprochement d'Andromède ou en son éloignement. $\lambda = \frac{c}{\nu}$ avec ν la fréquence. Si λ diminue alors la fréquence ν augmente. Une voiture de pompier qui se rapproche de l'observateur a une fréquence de sirène qui augmente. Tout comme Andromède qui se rapproche donc de la voie lactée. 48% de bonnes réponses parmi ceux qui ont répondu.

46) La vitesse radiale v de la galaxie d'Andromède se calcule à partir de l'expression de Doppler-Fizeau :

$$v = c \cdot \frac{|\lambda - \lambda_r|}{\lambda_r}$$

La vitesse radiale est environ égale à :

- A) $v = 3 \cdot 10^5 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$
- B) $v = 3 \cdot 10^2 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$
- C) $v = 3 \cdot 10^2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- D) $v = 3 \cdot 10^5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$

Bonne réponse : B

Réponses : A : 17% B : 35% C : 7,5% D : 4,4%

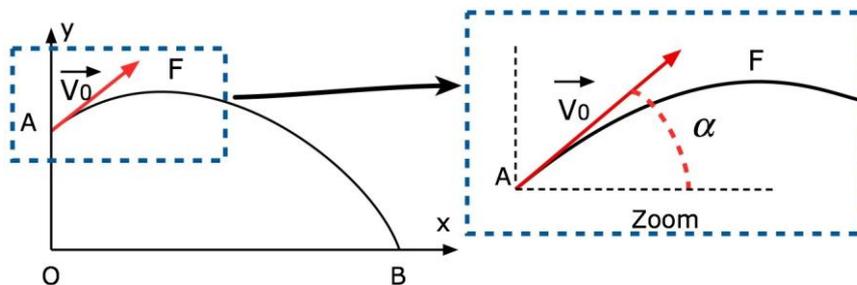
Pas de réponse : 36%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 54,7%

La moitié des candidats a répondu et pourtant il suffisait juste de connaître la valeur numérique de la célérité et de ne pas se tromper dans l'unité.

EXERCICE 4

Dans ce dernier exercice, on se propose d'étudier un lancer de ballon au basket. Pour marquer son but, un joueur lance le ballon d'une hauteur $H = OA = 2 \text{ m}$ du sol avec une vitesse initiale $v_0 = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ en lui donnant un angle $\alpha = 40^\circ$ par rapport l'horizontale. Le ballon retombe au sol au point B. On choisit un axe Ox horizontal et un axe Oy vertical ascendant.



47) La vitesse initiale est égale à :

- A) $v_0 = 3,6 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$
- B) $v_0 = 36 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$
- C) $v_0 = 3600 \text{ m} \cdot \text{h}^{-1}$
- D) $v_0 = 360 \text{ m} \cdot \text{h}^{-1}$

Bonne réponse : B

Réponses : A : 8,5% B : 78% C : 2,8% D : 2,4%

Pas de réponse : 8,3%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 85%

Une question extrêmement facile de niveau collège où le passage des $m.s^{-1}$ au $km.h^{-1}$ se fait simplement en multipliant par 3,6 ! 15% des élèves n'ont pas répondu correctement à cette question.

48) En notant respectivement v_{0x} et v_{0y} les projections de \vec{v}_0 sur les axes Ox et Oy, l'angle α est tel que :

- A) $v_{0x} = v_0 \cdot \sin\alpha$
- B) $v_{0x} = v_0 \cdot \tan\alpha$
- C) $\alpha = \arctan\left(\frac{v_{0y}}{v_{0x}}\right)$
- D) aucune de ces propositions

Bonne réponse : C

Réponses : A : 12% B : 1,3% C : 26,9% D : 34,2%

Pas de réponse : 25,6%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 36,1%

La notion d'arc tangente est toujours un problème pour les étudiants. Seulement 1/4 des candidats a répondu correctement à cette question. Il fallait dessiner sur le schéma les composantes v_{0x} et v_{0y} du vecteur vitesse pour s'aider à répondre à la question.

49) L'étude du mouvement du ballon se fait dans un référentiel :

- A) terrestre supposé galiléen
- B) isolé
- C) géocentrique
- D) héliocentrique

Bonne réponse : A

Réponses : A : 96,5% B : 1% C : 0,5% D : 0,2%

Pas de réponse : 1,8%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 98,2%

Un excellent taux de participation et de réponses correctes à cette question souvent abordée par les enseignants.

50) L'intensité de la pesanteur :

- A) est égale à $9,8 \text{ kg} \cdot \text{N}^{-1}$
- B) est égale à $9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ sur Terre, quelque soit l'altitude
- C) est une grandeur invariante quelque soit la planète
- D) est homogène à une accélération

Bonne réponse : D

Réponses : A : 36,4% B : 19% C : 1,1% D : 30,6%

Pas de réponse : 12,9%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 35,1%

La bonne réponse est $g = 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1} = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ qui est homogène à une accélération et dont la valeur n'est de 9,8 qu'à la surface de la Terre. Beaucoup de candidats se sont trompés dans l'unité.

51) Dans toute la suite, on fait l'hypothèse que le ballon de basket est en chute libre.

- A) Le ballon de basket est soumis à son poids et à son vecteur vitesse

- B) L'accélération selon (Oy) est $a_y = -g$
- C) L'accélération selon (Ox) est $a_x = v_{Ox} \cdot t$
- D) L'accélération selon (Oy) est $a_y = -g \cdot t$

Bonne réponse : B

Réponses : A : 9,5% B : 62,8% C : 3% D : 9,7%

Pas de réponse : 15%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 73,9%

Bon score pour cette question où certains se sont laissés tenter par la proposition « A », en oubliant peut-être que la vitesse n'est pas une force et qu'un solide ne peut donc pas être soumis à sa vitesse. Presque 75% ont répondu correctement à cette question.

52) Le ballon de basket :

- A) a un mouvement curviligne uniformément accéléré
- B) a un mouvement curviligne non uniformément accéléré
- C) a une accélération tangente à sa trajectoire
- D) a un mouvement curviligne uniforme

Bonne réponse : A

Réponses : A : 27,3% B : 25% C : 12,2% D : 8,9%

Pas de réponse : 26,6%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 37,2%

L'accélération est verticale uniforme, ce qui exclut les propositions « B » et « C ». Un mouvement uniforme traduit que la vitesse du ballon est constante pendant toute la durée de son mouvement, ce qui n'est pas le cas : la proposition « D » est donc fautive. Il reste la proposition « A ». Des réponses assez équilibrées pour toutes les propositions traduisant un certain doute chez les candidats pour cette question.

53) Le ballon possède initialement, en A :

- A) une énergie potentielle uniquement
- B) une énergie potentielle maximale et une énergie cinétique minimale
- C) une énergie potentielle maximale et une énergie cinétique maximale
- D) aucune de ces propositions

Bonne réponse : D

Réponses : A : 31,6% B : 12,2% C : 2% D : 35,8%

Pas de réponse : 18,5%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 43,9%

Parmi ceux qui ont répondu le choix s'est principalement fait sur les propositions « A » et « D ». Mais le ballon a une vitesse initiale donc une énergie cinétique initiale non nulle, ce qui exclut la proposition « A ». De plus, le ballon va s'élever et donc acquérir de l'énergie potentielle, donc son énergie potentielle initiale n'est pas maximale, ce qui exclut les propositions « B » et « C ». Il ne reste donc plus que la proposition « D ».

54) Lorsque le ballon arrive au sommet de sa trajectoire au point F, il possède alors :

- A) une énergie potentielle uniquement car au point F sa vitesse est nulle
- B) une énergie potentielle maximale et une énergie cinétique minimale non nulle
- C) une énergie potentielle maximale et une énergie cinétique maximale

D) aucune de ces propositions

Bonne réponse : B

Réponses : A : 20,2% B : 48% C : 3,9% D : 8,1%

Pas de réponse : 19,8%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 59,8%

Au point F la vitesse n'est pas nulle sinon le ballon tomberait ! Le ballon est au sommet de sa trajectoire donc son énergie potentielle est maximale, sa vitesse selon l'axe vertical est nulle donc son énergie cinétique est minimale. 60% des candidats ont choisi à juste raison la proposition « B ».

55) Le travail du poids $W_{AB}(\vec{P})$ pour aller de A vers B est égal à :

A) $W_{AB}(\vec{P}) = -m \cdot g \cdot H$

B) $W_{AB}(\vec{P}) = m \cdot g \cdot H$

C) $W_{AB}(\vec{P}) = -m \cdot g \cdot (y_A - y_B)$

D) Aucune de ses propositions car il faut tenir compte de l'altitude de F supérieure à celle du point A.

Bonne réponse : B

Réponses : A : 7,4% B : 23,8% C : 27,1% D : 11,5%

Pas de réponse : 30,2%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 34%

B est à une altitude inférieure à celle de A. Le travail est moteur, donc positif ce qui exclut le choix « A » et le choix « C » car $y_A - y_B > 0$. Le choix « D » est aussi à exclure car le travail du poids ne dépend pas du chemin suivi. Il reste le choix « B » retenu par seulement 1/3 des candidats ayant répondu à la question.

56) L'équation horaire $x(t)$ selon (Ox) est :

A) $x(t) = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t$

B) $x(t) = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t$

C) $x(t) = v_0 \cdot \tan \alpha \cdot t$

D) $x(t) = v_0 \cdot t$

Bonne réponse : B

Réponses : A : 7,8% B : 65,7% C : 2,4% D : 1,9%

Pas de réponse : 22,2%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 84,5%

Un problème classique de projection de vecteur, bien maîtrisé par près de 85% des candidats ayant répondu.

57) L'équation cartésienne $y = f(x)$ de la trajectoire est :

A) $y = -\frac{1}{2}g \cdot \frac{x^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} + \tan \alpha \cdot x$

B) $y = -\frac{1}{2}g \cdot \frac{x^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} + \tan \alpha \cdot x + H$

C) $y = +\frac{1}{2}g \cdot \frac{x^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} + \tan \alpha \cdot x + H$

D) $y = -\frac{1}{2}g \cdot \frac{x}{v_0 \cos \alpha} + \tan \alpha \cdot x + H$

Bonne réponse : B

Réponses : A : 3,7% B : 60,8% C : 2,2% D : 3,2%

Pas de réponse : 30%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 86,9%

L'établissement de la relation n'est pas au programme. Néanmoins on pouvait trouver facilement la bonne relation. Effectivement : Le choix « D » présente un problème d'homogénéité, le choix « A » oublie que le ballon est lancé à une altitude initiale H , Le choix « C » envoie le ballon dans l'espace (!) car la relation proposée ne possède aucun signe « moins » ce qui empêche le ballon d'avoir une altitude qui décroît et donc de retomber sur la Terre. Il ne reste donc plus que la proposition « B ». Un taux exceptionnel de bonnes réponses à cette question pourtant pas si facile.

58) Tant que $0^\circ < \alpha < 90^\circ$, plus l'angle α est grand, plus :

- A) la distance OB est grande
- B) la vitesse selon l'axe (Ox) est grande
- C) la vitesse selon l'axe (Oy) est grande
- D) l'accélération est grande

Bonne réponse : C

Réponses : A : 5,5% B : 5,6% C : 52,7% D : 5,5%

Pas de réponse : 30,7%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 76%

Effectivement la vitesse va avoir essentiellement une composante verticale si l'angle est grand. Une question de bon sens si on ne savait plus écrire les composantes du vecteur vitesse. $\frac{3}{4}$ de bonnes réponses parmi ceux qui ont répondu !

59) La valeur théorique v_B du ballon de basket lorsqu'il arrive au point B est supérieure à celle réellement observée sur le terrain car :

- A) pour faire le calcul on a négligé les forces de frottement
- B) Les forces de frottements augmentent l'énergie du système
- C) l'énergie interne du ballon a diminué
- D) la variation d'énergie interne est négative

Bonne réponse : A

Réponses : A : 81,6% B : 0,8% C : 0,7% D : 0,5%

Pas de réponse : 16,4%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 97,6%

Un taux exceptionnel de bonnes réponses à cette question simple. Effectivement les frottements diminuent la distance d'impact par rapport à celle calculée théoriquement en négligeant les frottements.

60) La poussée d'Archimède est une force verticale et vers le haut qui s'applique lorsque l'on est dans un fluide. Elle est égale au poids de fluide déplacé. La poussée d'Archimède :

- A) peut être considérée nulle car l'air n'est pas un fluide
- B) est une force qui s'oppose au mouvement
- C) peut être négligée même en remplaçant le ballon par une balle de ping-pong
- D) est négligeable devant le poids du ballon de basket

Bonne réponse : D

Réponses : A : 10,8% B : 11,6% C : 7,9% D : 42,8%

Pas de réponse : 26,9%

Bonnes réponses parmi ceux qui ont bien répondu : 58,6%

La poussée d'Archimède est une force dirigée vers le haut. Elle ne s'oppose donc pas tout le temps au mouvement surtout si l'objet se dirige vers le haut. L'air est un fluide tout comme l'eau et la poussée d'Archimède ne peut être négligée que si l'objet est « assez lourd », ce qui n'est pas le cas de la balle de ping-pong. La bonne réponse était le choix « D » bien sûr, ce qui n'a pas échappé à près de la moitié des candidats.

FIN