

Nom du lycée .....  
 Classe de.....  
 Nom .....  
 Prénom.....

### LA SCIENCE EN PLEIN VOL

« Exploration de l'espace »

- Toutes les questions sont indépendantes les unes des autres sauf dans la dernière partie du Q.C.M.
- Une calculatrice non programmable et non alphanumérique est autorisée.
- Pour répondre aux questions il suffit de recopier la lettre de la réponse de votre choix (a, b, c ou d) dans la case réponse.
- Les questions de 1 à 30 seront cotées 1 point. Celles de 31 à 40 seront cotées 2 points.
- Une première sélection sera opérée sur la partie Q.C.M. La partie « composition française » s'ajoutera ensuite pour le résultat final.

#### Un peu d'histoire et d'actualité:

1) La NASA fut créée en :

a- 1945      b-1946      **c- 1958**      d- 1975

Réponse: **c** /1

2) Le lancement du premier satellite spoutnik 1 a eu lieu en :

a- 1940      b- 1955      **c- 1957**      d- 1965

Réponse: **c** /1

3) Youri Gagarine effectue son premier vol dans l'espace en :

a- 1951      b- 1956      **c- 1961**      d- 1965

Réponse: **c** /1

4) Le premier vol en orbite effectué par un américain a eu lieu en :

a- 1951      b- 1952      c- 1959      **d- 1962**

Réponse: **d** /1

5) Ce premier astronaute était :

**a- John Glenn**      b- Neil Armstrong  
 c- Buzz Aldrin      d- Michael Collins

Réponse: **a** /1

6) En 2003, une navette spatiale de la NASA explosait lors de sa rentrée dans l'atmosphère, il s'agissait de :

a- Discovery    b- Challenger    c- Atlantis      **d- Columbia**

Réponse: **d** /1

7) Le programme spatial américain qui a succédé à Mercury et précédé Apollo s'appelait :

**a- Gemini**      b- Superstar    c- Titan      d- Magellan

Réponse: **a** /1

8) Le télescope Hubble est lancé dans l'espace en :

a- 1980      b- 1985      **c- 1990**      d- 1995

Réponse: **c** /1

9) Le premier vol chinois dans l'espace a eu lieu en :

a- 1995      b- 1998      c- 2000      **d- 2003**

Réponse: **d** /1

10) Ce premier vol chinois était à bord de la fusée :

**a- Shenzou**      b- Shiwang      c- Shenwang    d- Shizou

Réponse: **a** /1

11) A bord de ce vol, il y avait deux chinois appelés :

- a- chinonautes    **b- taikonautes**  
c- spacionautes    d- baikonautes

Réponse: <b>b</b>	/1
-------------------	----

12) La coupole conçue pour être un site imprenable de production, de stockage et de lancement pour les fusées V2 se situe à:

- a- Saint Omer    **b- Helfaut**    c- Dunkerque    d- Zuydcoote

Réponse: <b>b</b>	/1
-------------------	----

13) En 1962, la France envoyait une fusée dans l'espace appelée :

- a- Topaze**    b- Emeraude    c- Ariane    d- Vizir

Réponse: <b>a</b>	/1
-------------------	----

**Du côté de la météo :**

14) En s'élevant dans le ciel, une fusée traverse successivement :

- a- la troposphère, la mésosphère, la stratosphère, la thermosphère  
b- la stratosphère, la troposphère, la mésosphère, la thermosphère  
**c- la troposphère, la stratosphère, la mésosphère, la thermosphère**  
d- la mésosphère, la stratosphère, la troposphère, la thermosphère

Réponse: <b>c</b>	/1
-------------------	----

15) Dans les basses couches, de 0 à 1000m, la température diminue de :

- a- 2°C    b- 3,5°C    c- 5°C    **d- 6,5°C**

Réponse: <b>d</b>	/1
-------------------	----

16) La pression atmosphérique moyenne au niveau de la mer est d'environ :

- a- 1000hPa    b- 1005hPa    c- 1010hPa    **d- 1015hPa**

Réponse: <b>d</b>	/1
-------------------	----

17) Un vent d'altitude environ 10 000m souffle d'ouest en est, il s'agit du :

- a- jet stream**    b- gulf stream    c- vent solaire    d- golf stream

Réponse: <b>a</b>	/1
-------------------	----

**Des questions de l'espace !**

18) Le 15 octobre 1997, un lanceur américain de type TITAN IV emporte 2 sondes européennes destinées à sonder la planète Saturne et certains de ses satellites dont TITAN. Ces deux sondes se nommaient :

- a- CASSINI et FRESNEL    b- NEWTON et HUYGENS  
**c- CASSINI et HUYGENS**    d- PEROT et FABRY

Réponse: <b>c</b>	/1
-------------------	----

19) Le voyage interplanétaire de ces sondes entre la Terre et leur arrivée aux environs de Saturne a duré :

- a- environ 10 ans    **b- environ 7 ans**  
c- environ 7 mois    d- environ 7 jours

Réponse: <b>b</b>	/1
-------------------	----

20) En 2004, deux sondes de la NASA se sont posées sur la planète MARS pour en explorer la surface et analyser des prélèvements de roches. Ces sondes se nomment :

- a- SPIRIT et OPPORTUNITY**    b- CHANCE et OPPORTUNITY  
c- SPIRIT et GLORY    d- BEAUTY et INTELLIGENCE

Réponse: <b>a</b>	/1
-------------------	----

21) Cette mission avait été précédée de la mission «PATHFINDER » lancée en :

- a- 1996**    b- 1954  
c- 2003    d- 1965

Réponse: <b>a</b>	/1
-------------------	----

22) Les Etats Unis ont relancé leurs programmes d'exploration spatiale par des vols habités. La première destination de ce nouveau programme pour 2020 est :

- a- MARS                      b- VENUS  
c- SATURNE                d- La LUNE

Réponse: <b>d</b>	/1
-------------------	----

23) Actuellement de nombreux pays participent au programme de l'ISS (International Space Station), station spatiale en orbite basse autour de la terre abritant de nombreux moyens d'expérimentation. Avant cette station, une autre fut utilisée dans un premier temps par une seule nation, puis fut l'objet d'une véritable coopération internationale jusqu'à sa fin en mars 2001. Cette station s'appelait :

- a- SPACELAB              b- SOYOUZ  
c- MIR                      d- SALIOUT

Réponse: <b>c</b>	/1
-------------------	----

**Un peu de technique :**

24) Les carburants utilisés par les moteurs fusées sont spécifiques. Parmi ceux cités ci-dessous, lequel n'en est pas un ?

- a-ergol                      b- salbumol  
c-propergol                d- hypergol

Réponse: <b>b</b>	/1
-------------------	----

25) Dans les programmes qui permirent d'accéder à l'espace il y en eut un d'avion spatial qui permettait des vols balistiques au delà de la troposphère, le X15. Cet avion volait et se posait à des vitesses très importantes. Pour éviter un éclatement de pneu sur le train principal, quelle fut la solution adoptée pour cet avion ?

- a- des skis                      b- des pneus pleins  
c- des coussins d'air              d- des chenilles

Réponse: <b>a</b>	/1
-------------------	----

26) Pour observer la surface de la Terre, les satellites utilisent les rayonnements renvoyés par le sol. Les rayonnements observés sont généralement :

- a- dans le domaine hertzien              b- dans le domaine X  
c- dans le domaine ultra violet              d- dans l'infrarouge

Réponse: <b>d</b>	/1
-------------------	----

27) La navette spatiale américaine, véritable avion, présente la particularité de se comporter comme un planeur au cours de sa rentrée atmosphérique et de sa descente vers la piste. En effet les propulseurs principaux ne sont pas en fonction au cours de cette phase de vol.

Sur un planeur classique, quelles sont les surfaces mobiles principalement utilisées pour contrôler la pente de descente ?

- a- les aérofreins              b- les élévateurs  
c- les ailerons                d- la gouverne de direction

Réponse: <b>a</b>	/1
-------------------	----

28) Pour fournir l'énergie des satellites, on utilise essentiellement :

- a- des piles à combustible              b- des thermopompes  
c- des panneaux solaires              d- des groupes électrogènes

Réponse: <b>c</b>	/1
-------------------	----

29) Les engins spatiaux atteignent des vitesses très importantes lors de leur rentrée dans l'atmosphère. La vitesse se mesure alors en la comparant à la vitesse du son. L'unité dans laquelle elle se donne alors est le nombre de

- a- BACH              b- MACH              c- FAQ              d- MASK

Réponse: <b>b</b>	/1
-------------------	----

30) Lors du décollage et au cours du retour sur Terre, les astronautes, cosmonautes et autres spationautes subissent des accélérations importantes. Celles-ci sont mesurées à l'aide d'un instrument que l'on appelle dans le jargon aéronautique :

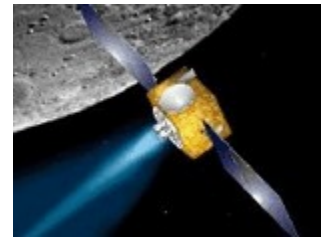
- a- Pesantimètre      b- Tachymètre  
 c- G-mètre            d- Machmètre

Réponse: <b>c</b>	/1
-------------------	----

### Le vol c'est aussi de la physique :

L'épopée de SMART-1 dans sa mission de cartographie chimique de la lune :

« SMART-1 (Petite mission de recherche sur des technologies de pointe) est la première mission européenne à destination de la Lune. Lancée le 27 septembre 2003 par une Ariane 5 depuis le CSG, port spatial de l'Europe à Kourou, en Guyane française, la sonde a atteint son objectif en novembre 2004 après une longue trajectoire en spirale autour de la Terre.



Pendant son voyage, la sonde a testé avec succès l'ensemble des technologies spatiales novatrices qu'elle avait embarquées. Le programme de démonstration technologique de la mission s'est achevé lorsque SMART-1 a atteint la Lune et a été capturée par son champ gravitationnel à la mi-novembre 2004.

Placée sur une orbite elliptique autour des pôles de la Lune, à une distance variant entre 500 et 3 000 km, SMART-1 a commencé ses observations scientifiques en mars 2005. Elle était équipée à cet effet d'une caméra miniaturisée (AMIE), d'un télescope dans le rayonnement X (D-CIXS) destiné à identifier les éléments chimiques clés présents à la surface de la Lune, d'un spectromètre dans l'infrarouge (SIR) servant à dresser une carte des minéraux lunaires ainsi que d'un moniteur solaire dans le rayonnement X (XSM) permettant de compléter les mesures réalisées par le D-CIXS et d'étudier la variabilité solaire.

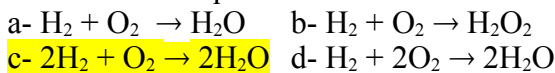
SMART-1 était un petit satellite automatique de 366 kg occupant tout juste 1 m<sup>3</sup>, si l'on ne tient pas compte de ses panneaux solaires de 14 m d'envergure. Il a été fabriqué par la Swedish Space Corporation (Solna, Suède), à la tête d'un consortium rassemblant plus de 20 équipes industrielles européennes. »

### Données et rappels utiles :

- ▶ Masse de la Terre :  $M_T = 5,9 \cdot 10^{24}$  kg
- ▶ Rayon de la Terre :  $R_T = 6370$  km
- ▶ Masse de la Lune :  $M_L = 7,4 \cdot 10^{22}$  kg
- ▶ Rayon de la Lune :  $R_L = 1740$  km
- ▶ Distance Terre – Lune :  $TL = 360\,000$  km
- ▶ Masse de SMART-1 :  $m_s = 366$  kg

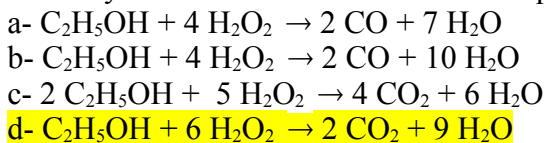
- ▶ Loi de la gravitation universelle entre deux corps de masse respective  $m_1$  et  $m_2$  espacés de la distance  $d$  :  $F_{1-2} = \frac{G.m_1.m_2}{d^2}$  avec  $G = 6,67.10^{-11} \text{ N.kg}^{-2}.\text{m}^2$
- ▶ Pour un satellite en orbite autour d'un astre à l'altitude  $z$ , cette force se met sous la forme  $F = m_s.G(z)$  avec  $G(z) = \frac{G.m_a}{(R+z)^2}$  intensité de la pesanteur, due à l'astre de masse  $m_a$ , à l'altitude  $z$  au-dessus de la surface de l'astre.  $G(z)$  se mesure en  $\text{N.kg}^{-1}$ .
- ▶ Masse molaire du dihydrogène :  $M_{\text{H}_2} = 2\text{g.mol}^{-1}$
- ▶ Masse molaire du dioxygène :  $M_{\text{O}_2} = 32\text{g.mol}^{-1}$
- ▶ Loi des gaz parfaits :  $P.V = n.R.T$  avec  $P$  la pression du gaz en Pascals,  $V$  le volume en  $\text{m}^3$ ,  $n$  le nombre de moles,  $R$  la constante des gaz parfaits ( $R = 8,314\text{J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$ ) et  $T$  la température en Kelvin ( $T(\text{K}) = T(^{\circ}\text{C}) + 273,15$ ).

31) Les fusées nécessitent une énorme poussée pour donner l'impulsion qui permettra de quitter l'attraction terrestre afin de placer leur chargement sur une première orbite autour de la Terre. Pour cela les premiers moteurs fusées ont utilisé l'hydrogène comme carburant et l'oxygène comme comburant. L'équation de combustion de ces deux corps s'écrit :



Réponse : <b>c</b>	/2
--------------------	----

32) Une autre solution consiste à utiliser l'éthanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ) comme carburant et le peroxyde d'hydrogène ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) comme comburant. En conditions idéales la combustion est complète et donne du dioxyde de carbone et de l'eau. Son équation s'écrit alors :

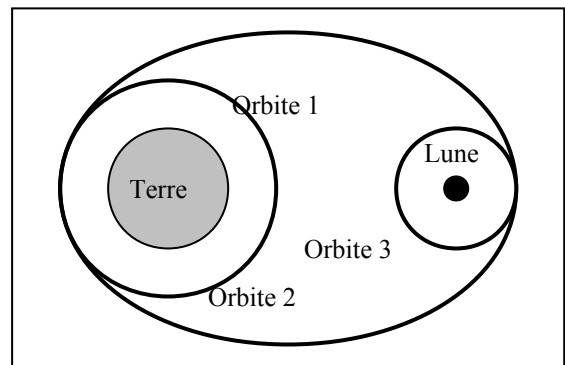


Réponse : <b>d</b>	/2
--------------------	----

La trajectoire de SMART-1 dans son périple vers la lune fut originale en raison de son mode de propulsion révolutionnaire : le moteur ionique. Ce nouveau mode de propulsion présente l'avantage de fournir une autonomie qui se compte en années (comparée aux quelques dizaines ou centaines de secondes d'un moteur fusée) mais sa poussée est trop faible pour suivre une trajectoire classique.

Nous allons nous intéresser à une trajectoire classique, très simple dans son principe. Elle se décompose en trois phases :

- ▶ une orbite d'attente autour de la terre (nous la considérerons circulaire).
- ▶ une orbite de transfert elliptique.
- ▶ une orbite d'observation autour de la lune (nous la considérerons circulaire).

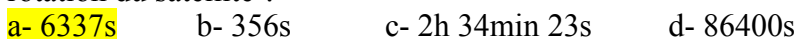


33) En admettant que la première orbite se situe à une altitude (au-dessus du sol terrestre) de 1000 km, quelle est la valeur de la force de gravitation subie par la sonde sur cette trajectoire ?



Réponse : <b>b</b>	/2
--------------------	----

34) Sachant que la vitesse angulaire  $\omega$  de la sonde est  $\omega = 9,915.10^{-4} \text{ rad.s}^{-1}$ , quelle est la période de rotation du satellite ?



Réponse: <b>a</b>	/2
-------------------	----

35) La sonde emmène 50kg de dihydrogène et 400kg de dioxygène pour assurer sa propulsion et les corrections de trajectoire. Quelle quantité de carburant ( $\text{H}_2$ ) y a-t-il dans ses réservoirs ?

a- 50000mol b- 75000mol **c- 25000mol** d- 200mol Réponse: **c** /2

36) Quelle quantité de comburant ( $O_2$ ) y a-t-il au total dans ses réservoirs ?

a- 50000mol b- 75000mol c- 37500mol **d- 12500mol** Réponse: **d** /2

37) Si le carburant et le comburant étaient stockés sous forme gazeuse à la pression de  $10^5 Pa$  et sous la température de  $25^\circ C$ , quel volume occuperaient-ils ?

a-  $130 m^3$  **b-  $930 m^3$**  c-  $0,7 m^3$  d-  $230\ 000 m^3$  Réponse: **b** /2

Lors de l'utilisation du moteur fusée, les gaz de combustion créés dans la chambre de combustion (leur vitesse y est nulle) sont éjectés par détente rapide dans une tuyère dont ils sortent à la vitesse de  $2000 m \cdot s^{-1}$ . Ils créent alors une poussée  $F$  donnée par le théorème d'Euler :  $F = D_m \cdot v_{ejection}$ .  $D_m$  représente le débit massique de carburant et de comburant ; c'est à dire la masse consommée chaque seconde.

38) Sachant que le moteur peut consommer tout le carburant et le comburant en 10 minutes, quelle poussée peut-il alors fournir ?

**a-  $1,5 kN$**  b- 150N c- 1333N d- 1500 kN Réponse: **a** /2

39) Lors du transfert de la sonde vers la Lune, l'intensité du champ de gravitation de la Terre,  $G_T(d_{T-s})$ , diminue et celle du champ de la Lune,  $G_L(d_{L-s})$ , augmente. En admettant que la sonde soit située sur un axe direct entre la Terre et la Lune, à quelle distance de la Terre les deux champs seraient-ils de même intensité ?

**a-  $324\ 000 km$**  b-  $324\ 000 m$  Réponse: **a** /2  
c-  $36\ 000 km$  d-  $36\ 000 m$

40) La sonde doit alunir. Quelle est l'intensité de la pesanteur lunaire à laquelle elle sera soumise lorsqu'elle arrivera au sol ?

a-  $9,81 N \cdot kg^{-1}$  b-  $10 N \cdot kg^{-1}$  **c-  $1,63 N \cdot kg^{-1}$**  d-  $51,5 N \cdot kg^{-1}$  Réponse: **c** /2

### Composition française :

La couleur rougeâtre de la quatrième planète du système solaire lui valut dans l'antiquité le rapprochement avec le dieu grec de la guerre Arès, puis avec son équivalent romain Mars, le rouge évoquant le sang des champs de bataille. Les Égyptiens la nommaient « Horus rouge (Hor-deshér) ». Les Babyloniens la nommaient Nirgal/Nergal, l'étoile de la mort. Actuellement Mars est aussi connue sous le nom de planète rouge. En Chine, Japon, Corée et Viêt Nam, Mars est l'étoile de feu.

Des mythes les plus anciens aux légendes les plus récentes, dans toutes les civilisations, cette planète a toujours éveillé l'imagination de l'homme mais aussi suscité sa crainte, même ses deux satellites ont hérité de par leur nom de sa réputation : Phobos (du grec « terreur ») et Deimos (« panique »).

Qui n'a jamais entendu qu'elle pourrait être habitée par de « petites créatures vertes » ?

*Imaginez un instant que les photos de la dernière sonde spatiale envoyée pour étudier Mars soient plus réalistes que les mythes ou légendes à propos de cette planète...*

