

L'univers et son évolution

I L'univers dans lequel nous vivons.

a. Notre univers visible

L1	/2
----	----

Quels sont les objets les plus visibles lorsque nous regardons dans le ciel ?

.....

Quel type d'astre représente notre Soleil ?

.....

Observer la vidéo suivante n°2

L1	/6
----	----

➤ Quelle unité utilise-t-on pour mesurer la taille d'un astre (planète, étoile, satellite naturel...) ?

.....

➤ Qu'est ce qu'une galaxie ?

.....

➤ Comment s'appelle notre galaxie ?

.....

➤ Quelle unité utilise-t-on pour mesurer la taille d'une galaxie (planète, étoile, satellite naturel...) ?

.....

➤ Quelle est la taille de notre galaxie ?

.....

➤ Quelle est la taille de notre univers observable ?

.....

➤ Quelle est la taille de la Terre ?

.....

➤ Quelle est la taille d'une petite étoile ?

.....

➤ Quelle est la taille du Soleil ?

.....

➤ Quelle est la distance entre deux étoiles dans une galaxie selon le deuxième film ?

.....

➤ Quelle est la taille actuelle de notre univers visible ?

.....

➤ Quelle idée développe cette vidéo à la fin ?

.....

b. Galaxie d'Andromède

La galaxie d'Andromède, également identifiée sous les numéros M31 et NGC 224, est une galaxie spirale située à environ 2,55 millions d'années-lumière du Soleil, dans la constellation d'Andromède. Appelée Grande Nébuleuse d'Andromède jusqu'à ce que sa nature galactique ait été reconnue dans les années 1920, la galaxie d'Andromède est la galaxie spirale la plus proche de la Voie lactée et la plus grande galaxie du Groupe local dont toutes deux font entre autres partie.



D'un diamètre approximatif de 140 000 années-lumière, elle contiendrait environ mille milliards d'étoiles. Avec une magnitude visuelle de 3,4, la galaxie d'Andromède est l'une des rares galaxies visibles à l'œil nu depuis la Terre dans l'hémisphère nord. C'est également un des objets les plus étendus de la voûte céleste, avec un diamètre apparent de $3,18^\circ$, soit plus de six fois le diamètre apparent de la Lune.

➤ Combien d'étoiles comporte une galaxie spirale telle qu'Andromède ?

T2	/3
----	----

.....
➤ Quelle unité utilise-t-on pour mesurer la taille d'une galaxie ?

.....
➤ Comment se nomme couramment notre galaxie ?

.....
➤ Comment se nomme un groupement de plusieurs galaxies ?

.....
➤ Quel est le diamètre angulaire (taille apparente) de la Lune ?

.....
➤ Pourquoi s'agit-il d'un montage photographique ?

Problème

La vitesse de la lumière étant d'environ $300\,000\text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$.

T2	/3
----	----

➤ Quelle est la distance en km d'une année-lumière ?

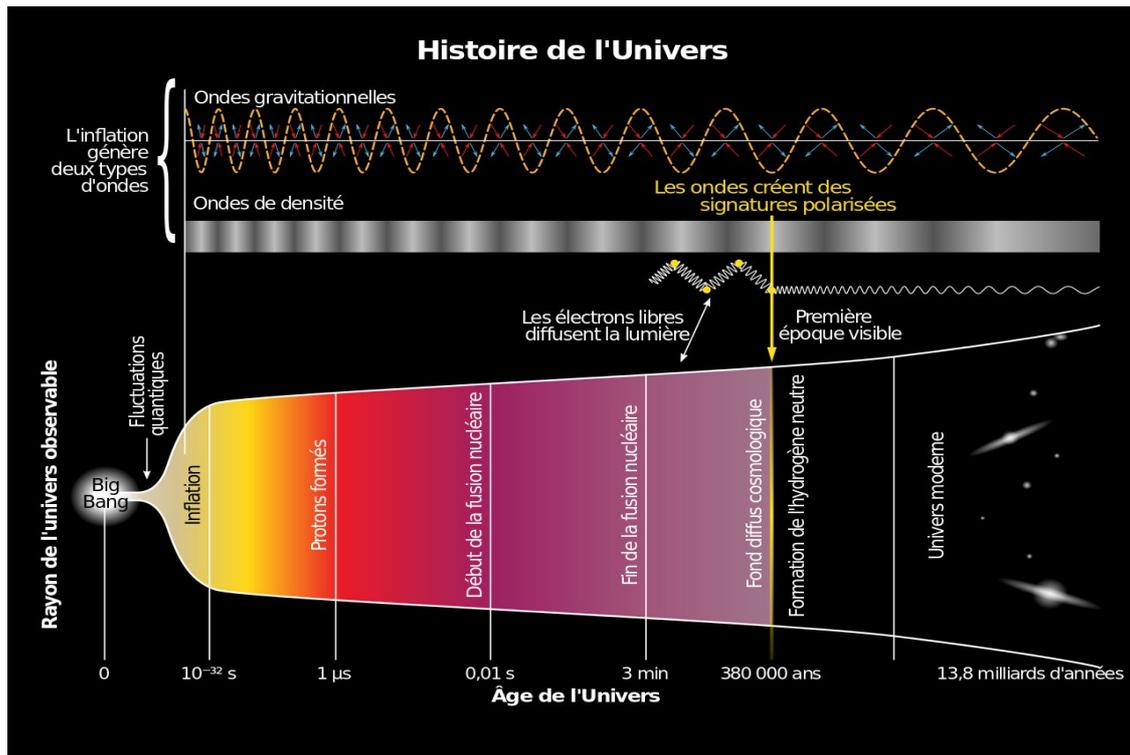
.....
.....
Le Soleil est à 150 000 millions de km de la Terre.

➤ Quel est l'âge du Soleil lorsque nous l'observons depuis la Terre en temps terrestre (en secondes) ? (=) combien de temps dans le passé regarde-t-on en observant le Soleil

.....
.....

II L'évolution de notre univers

a. L'histoire de l'univers



Document wikipédia

Questions

T2 /8

- Comment s'appelle le phénomène qui a donné naissance à notre univers ?
-
- A quelle époque la fusion des atomes a été possible au début de l'univers ?
-
- Comment s'appelle l'époque où l'univers a vu sa taille augmenter très rapidement ?
-
- Quand est-ce que cette époque a pris fin ?
-
- Que peut-on dire avec ce document de l'expansion actuelle de l'univers ?
-
- Quand est-ce que l'univers a commencé à être « visible » ?
-
- Quelles autres types d'ondes créées avant cette époque de visibilité seraient observables -théoriquement- aujourd'hui ?
-

b. Le fond cosmologique

« Dans l'Univers primordial très dense, la lumière ne pouvait pas se propager librement : l'Univers était opaque, comme une sorte d'épais brouillard. C'est vers 380 000 ans après le Big-Bang que le rayonnement qui baignait l'Univers a pu s'échapper et se propager. Il va être observé par Planck. On l'appelle fond diffus cosmologique ou rayonnement fossile. »

Extrait de <http://public.planck.fr/>

« 380 000 ans après la naissance de l'univers, l'univers est encore un nourrisson; sa taille représente 0.1% de sa dimensions actuelle. Il est rempli de protons, d'électrons et de photons, avec un net avantage pour les photons, 1 milliard pour 1 proton. Ces grains de lumière sont constamment absorbés par ces particules de matière. Cette agitation incessante empêche toute lueur de s'échapper de ce brouillard incandescent et opaque.

A la faveur de la dilatation de l'Univers, la température va tomber à un niveau presque supportable: en dessous des 3000° C. Suffisant pour permettre aux électrons et protons de s'accoquiner en atomes. Les photons rentrent alors moins en conflit avec la matière et peuvent la traverser.»

<http://www.lestoutespremierfois.com/>

➤ Comment s'appelle un grain de lumière ?

T2	/3
----	----

.....

➤ Que devenait un grain de lumière à la naissance de l'univers avant que l'univers ne devienne transparent ?

.....

➤ Quelle est la température en dessous de laquelle les noyaux des atomes peuvent se former ?

.....

➤ En supposant que l'univers observable à une taille actuelle de 45 milliards d'années lumière, quelle était sa taille quand il avait 380 000 ans ?

.....

➤ A quelle vitesse s'éloignait à cette époque les galaxies les plus lointaines que l'on observe aujourd'hui ?

.....

➤ Quel est le nom du satellite artificiel qui a observé le rayonnement fossile dans cet article ?

c. L'inflation

« Le concept d'inflation a été introduit dans les années 1980 pour apporter une explication à quelques observations cosmologiques intrigantes. Par exemple, le rayonnement fossile est très homogène : sa température est pratiquement la même dans toutes les directions du ciel. Comment des régions opposées de l'univers ont-elles pu homogénéiser leur température ? L'inflation offre une explication simple : ces régions distantes ont la même température car elles étaient très proches avant l'inflation et c'est cette dernière qui les a ensuite violemment séparées. » « Pendant l'ère inflationnaire, la taille de l'Univers a été multipliée par un facteur minimal de 10^{26} (donc 10^{78} en volume), ce qui est énorme comparé au rythme actuel de l'expansion. Depuis l'apparition des atomes, vers l'âge de 300.000 ans, la taille de l'Univers observable n'a été multipliée que par un facteur mille en 13,7 milliards d'années. »

Extraits de <http://www.astronomes.com/>

La taille de l'univers **juste après** l'inflation était de l'ordre de celle d'une pomme.

T2	/3
----	----

- Quelle était la taille de l'univers **avant** l'inflation (rédaction déductive obligatoire) ?

.....

.....

.....

- Comparer la taille de l'univers avant l'inflation et celle du noyau d'un atome.

.....

.....

d. Observer le passé pour imaginer l'univers actuel.

*«Pour mesurer la taille de l'univers (visible), faisons un rapide calcul. Aucune particule de lumière n'a pu voyager plus longtemps que l'âge de l'Univers (estimé à 13,8 milliards d'années), et celles qui ont voyagé tout ce temps avant de nous parvenir proviennent fatalement des régions les plus lointaines que nous puissions voir depuis la Terre. La taille de cet Univers observable est donc de 13,8 milliards d'années-lumière, serait-on tenté de répondre... Pas si simple. Car à cause du phénomène d'expansion de l'Univers, le lieu d'origine de ces particules de lumière s'est éloigné de nous en même temps que ces dernières se propageaient dans notre direction. D'après le modèle cosmologique en vigueur, ses confins se situeraient en fait aujourd'hui à 45 milliards d'années-lumière, faisant de **l'Univers observable** une sphère centrée sur la Terre de 45 milliards d'années-lumière de rayon. Mais la taille de cette partie visible, pas plus que les observations au sein de cette gigantesque sphère cosmique, ne renseigne sur les proportions de l'ensemble ni sur l'existence d'une éventuelle frontière...»*

Extrait de science et vie

- A quelle distance maximale, actuellement, se trouvent les galaxies les plus lointaines observables (avec une image du passé) ?

T2	/4
----	----

.....

- Combien de temps a mis la lumière pour nous parvenir de ces galaxies les plus lointaines ?

.....

- Pourquoi peut-on dire qu'observer l'univers c'est observer dans le passé ?

.....

- Pourquoi les galaxies très lointaines ne sont pas observables depuis la Terre ?

.....

.....

.....

Notre univers est dans une époque d'expansion accélérée (visible au IIa),

- Que peut-on dire de la taille de l'univers observable dans le futur ?

.....

.....

a. Quelques vidéos

[Observer cette video suivant sur l'origine des atomes](#)

[La fusion au coeur des étoiles](#)

➤ Où se sont formés l'essentiel des atomes que nous rencontrons autour de nous sur Terre ?

.....

➤ A quelle température notre Soleil transforme-t-il les atomes ?

.....

➤ Pourquoi une étoile a-t-elle toujours une taille minimale ?

.....

☺ Bonus : Imaginer les raisons pour lesquelles une étoile ne peut pas être infiniment grosse (Ia)

.....

.....

b. UN instrument pour étudier les premiers temps de l'univers : le LHC

Le LHC a déjà démarré sa prochaine phase d'exploitation, qui implique la collision d'ions plomb à des vitesses record dans le but de recréer les conditions qui existaient dans les tout premiers instants de l'Univers.

Les premières collisions entre ions plomb ont déjà commencé, à la grande joie des scientifiques impliqués dans l'expérience ALICE, l'une des quatre expériences menées au LHC. "Nous sommes très heureux de notre expérience ! Les collisions ont reconstitué des mini Big Bang et ont généré les températures et densités les plus élevées jamais obtenues dans le cadre d'une expérience", explique le Dr David Evans de l'université de Birmingham, au Royaume-Uni.

"Ce processus s'est déroulé dans un environnement sûr et contrôlé générant ainsi des boules de feu subatomiques chaudes et denses de températures de plus de 10 milliards de degrés, ce qui est un million de fois supérieur à la température du centre du Soleil", ajoute-t-il. "À ces températures, même les neutrons et protons, qui constituent le noyau des atomes, fondent pour produire une soupe dense et brûlante de quarks et de gluons appelée plasma de quark-gluon."

Source : notre-planete.info

➤ A partir de quelle température, dans cet article, les noyaux peuvent commencer à «fondre» ?

.....

➤ En quoi se transforment alors les neutrons et les protons ?

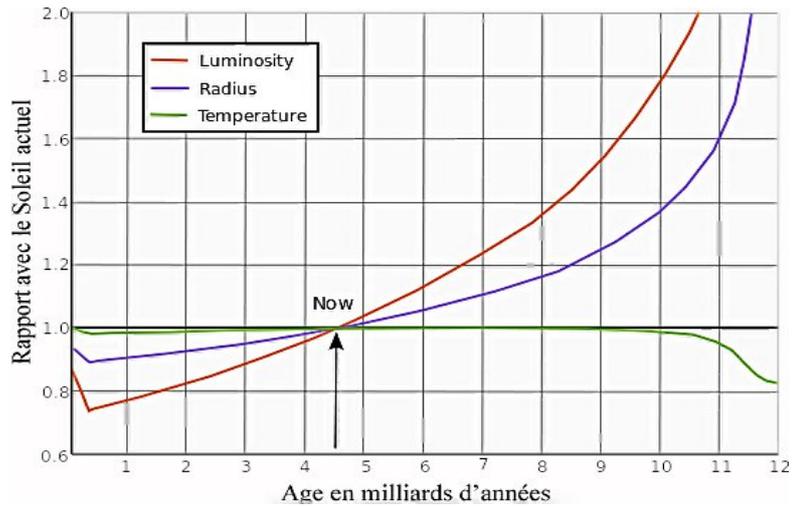
.....

➤ Quelle transformation énergétique s'effectue avec un accélérateur de particules comme le LHC lors des collisions de particules ?

.....

c. Notre Soleil

«On considère que le cœur du Soleil s'étend du centre à environ 0,25 rayon solaire. Sa masse volumique est supérieure à $150\,000\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ (150 fois la densité de l'eau sur Terre) et sa température approche les 15 millions de kelvins (ce qui contraste nettement avec la température de surface du Soleil, qui avoisine les 5800 K.



C'est dans le cœur que se produisent les réactions thermonucléaires exothermiques (fusion nucléaire) qui transforment, dans le cas du Soleil, l'hydrogène en hélium (voir, pour les détails de ces réactions, l'article chaîne proton-proton). Le Soleil tire son énergie des réactions de fusion nucléaire qui transforment, en son noyau, l'hydrogène en hélium.»

Source Wikipédia

➤ Quels sont les atomes principaux composant actuellement notre Soleil ?

T2 /3

➤ Que signifie exothermique ?

➤ Quelle sera la durée de vie totale de notre étoile ?

➤ Dans quelques milliards d'années, notre étoile sera-t-elle plus lumineuse ou moins lumineuse ?

➤ Dans quelques milliards d'années, notre étoile sera-t-elle plus grande ou plus petite ?

➤ Que peut-on dire de l'évolution de la température de notre étoile au cours de sa vie ?

d. Nucléosynthèse

La nucléosynthèse est la synthèse de noyaux atomiques par différentes réactions nucléaires :

- La nucléosynthèse **primordiale** s'est manifestée à l'échelle de l'Univers tout entier, durant les premières dizaines de minutes suivant le Big-bang. Elle est responsable de la formation des noyaux légers, principalement l'hélium mais également le deutérium, une petite partie du lithium et des traces de béryllium. Aucun élément plus lourd n'a été créé durant cette période.

- La nucléosynthèse **stellaire** a lieu dans les étoiles, et se déroule en deux temps :

- Durant toutes leurs existences, les étoiles synthétisent la plupart des éléments entre le lithium et le fer (différents processus de fusion nucléaire), puis une partie des éléments plus lourds que le fer.
- Lors de l'explosion des étoiles massives, différents processus de nucléosynthèse explosive produisent les autres éléments plus lourds que le fer.

Extrait de Wikipédia

➤ Quand est-ce que les éléments plus lourds que le fer (dont les numéro atomiques sont supérieurs au fer) sont produits dans l'univers ?

T2	/5
----	----

.....

➤ Comment s'appelle le processus où des atomes plus légers forment des atomes plus lourds ?

.....

➤ Pourquoi le processus de nucléosynthèse n'a duré que quelques minutes à quelques dizaine de minutes après le big-bang ?

.....

➤ Où l'essentiel des atomes qui compose notre vie ont été créés (carbone....) ?

.....

➤ Pourquoi la vie ne pouvait-elle pas exister avec les premières étoiles ?

.....

.....

IV Les longueurs dans l'univers.

T2	/5
----	----

Exercice : Compléter les ordres de grandeur des objets ci-dessous (en km ou en a.l.)

- Taille de l'univers observable actuel :
- Taille d'une galaxie spirale :
- Taille de l'univers lors de l'émission du rayonnement fossile :
- Taille d'une étoile moyenne :
- Taille d'une planète moyenne :
- Taille d'un humain :
- Taille de l'univers juste après l'inflation :
- Taille d'un atome :
- Taille d'un noyau d'atome :
- Taille de l'univers observable à sa naissance:

