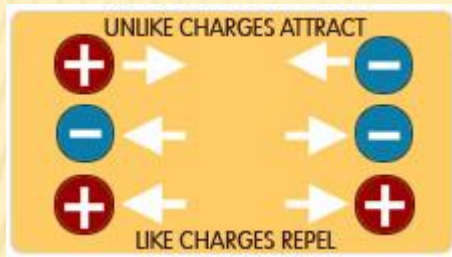


QCM rédigés par le Pr Jacques-Alexandre Sepulchre

SEANCE DE REVISIONS : PHYSIQUE





Vive la B...

©



PHYSIQUE GENERALE

QCM 1

Deux plans parallèles et séparés d'une distance d , sont chargés électriquement avec des densités de charge opposées, respectivement égales à $+\sigma$ et $-\sigma$. Un électron de masse m se détache du plan chargé négativement et, quittant ce dernier avec une vitesse nulle, est accéléré vers l'autre plan qu'il atteint après un temps t

- A) L'électron subit une accélération constante égale à : $a = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \times \frac{e}{m}$
- B) Le temps de parcours de l'électron est égal à : $t = \frac{d}{v}$
- C) La vitesse finale de l'électron est : $v = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \times \frac{e}{m} \times t$
- D) La différence de potentiel entre les plans chargés est : $V = \frac{\sigma}{\epsilon_0} d$
- E) Les propositions A-D sont fausses

QCM 1 REPONSE : ACD

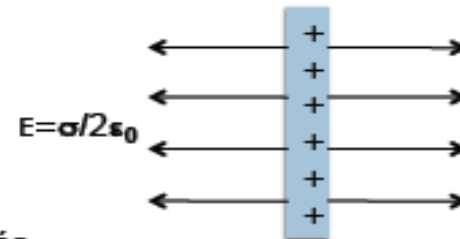
QCM 1 : RAPPELS

18

Exemple 3 : Champ créé par une distribution plane de charge

Soit une distribution de charge superficielle, avec une densité σ (en C/m^2).

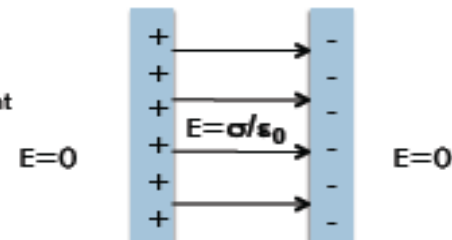
Le champ électrique créé par cette distribution est perpendiculaire au plan et constant en norme : $E = \sigma/(2\epsilon_0)$



Exemple 4 : Champ électrique entre 2 plans chargés.

En appliquant le principe de superposition à l'exemple précédent, on déduit que le champ créé par deux plaques (infinies) chargées, avec des densités opposées, est constant entre les plaques, où il vaut $E = \sigma/\epsilon_0$, et s'annule à l'extérieur de celles-ci.

Rem: quoique l'unité s.i. de E soit le N/C, on utilise généralement l'unité équivalente « Volt/mètre ». $1 \text{ Vm}^{-1} = 1 \text{ N C}^{-1}$



ITEM A

➤ Champ électrique entre les plaques : $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$

➤ Force exercée sur l'électron : $F = eE = \frac{\sigma}{\epsilon_0} e$

➤ Principe fondamental de la dynamique : $F = ma \Leftrightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \times \frac{e}{m}$

ITEMS B, C, D

Item B : L'électron est accéléré, sa vitesse n'est donc pas constante, ce qui fait qu'on ne peut avoir la relation $t = \frac{d}{v}$

Item C : $a = \frac{dv}{dt}$ donc $v = at + constante = at + 0 = at = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \times \frac{e}{m} \times t$

Item D : La différence de potentiel est égale à $V = -\int E(\vec{r}) d\vec{r} = Ed = \frac{\sigma}{\epsilon_0} d$

NB : Le champ électrique est en V/m , pour obtenir la valeur de la ddp, en V, on multiplie le champ par une distance !

QCM 2

On considère une distribution de 3 charges $(+\delta, -\delta, +\delta)$ équidistantes et alignées sur une droite. La distance entre 2 charges adjacentes est a . La constante de Coulomb est notée k .

A) L'énergie potentielle électrique de cette distribution de charges est égale à $U = -2k \frac{\delta^2}{a}$

B) L'énergie potentielle électrique de cette distribution de charges est égale à $U = -\frac{3}{2} k \frac{\delta^2}{a}$

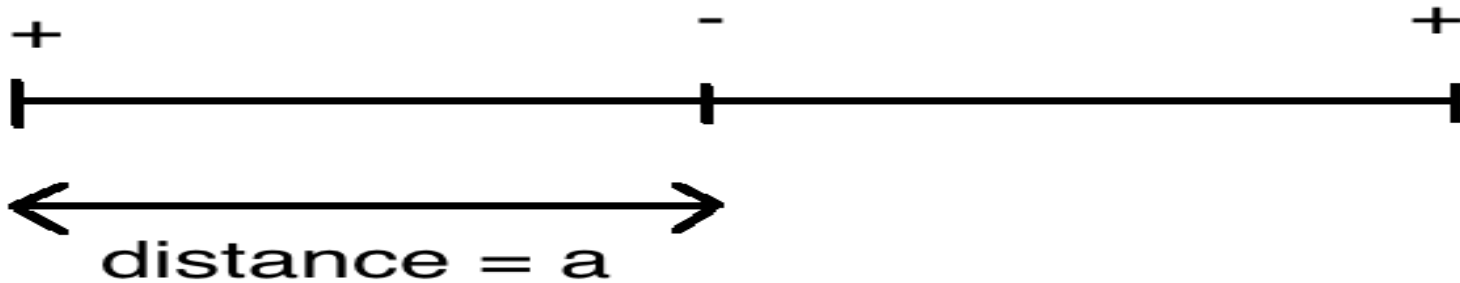
C) La position de la charge centrale est une position d'équilibre stable

D) Si la charge centrale est légèrement déplacée à droite ou à gauche son énergie potentielle diminue

E) Les propositions A-D sont fausses

QCM 2 : REPONSES BD

ITEMS A ET B



$$U = 2 * \left(k \frac{-\delta^2}{a} \right) + k \frac{\delta^2}{2a} = -\frac{4k\delta^2}{2a} + \frac{k\delta^2}{2a} = -\frac{3}{2} k \frac{\delta^2}{a}$$

ITEM C

Item C : La charge dans cette position est soumise de la part des deux charges positives à deux forces qui s'annulent, la résultante est nulle et la charge est donc en équilibre. **Si on la déplace du côté d'une des charges** que l'on note 1, la force exercée par la charge 1 augmente (car la distance diminue) et la force exercée par la charge 2 diminue (car la distance augmente). La résultante est une force dirigée vers la charge 1, qui **tend donc à éloigner la charge de sa position d'équilibre.**

→ Il s'agit donc d'une position d'équilibre instable.

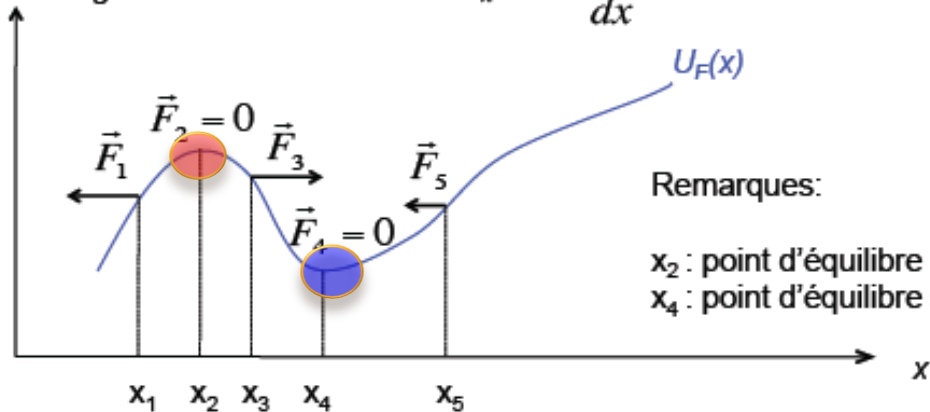
RAPPEL : EQUILIBRE STABLE/INSTABLE

35

c) Exemples :

$$U_F(x) = k \frac{x^2}{2} \Rightarrow F_x = -k x$$
$$U_F(z) = mgz \Rightarrow F_z = -mg$$
$$U_F(r) = k \frac{Qq}{r} \Rightarrow F_r = k \frac{Qq}{r^2}$$

Cas général à une variable : $F_x = -\frac{dU_F}{dx}$

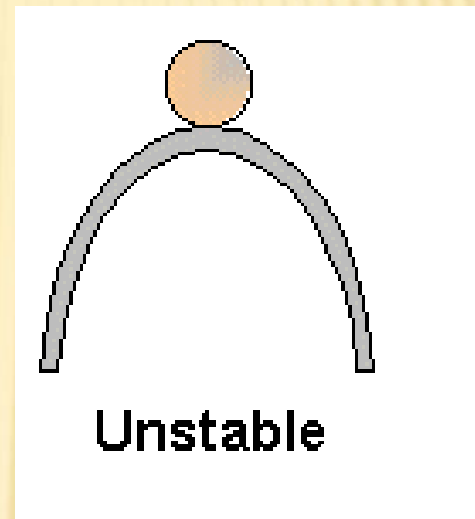
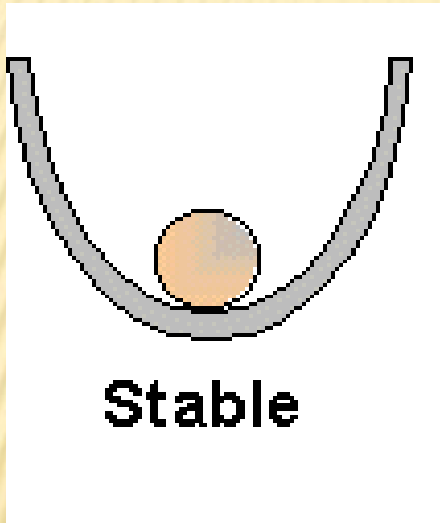


Remarques:

x_2 : point d'équilibre instable
 x_4 : point d'équilibre stable



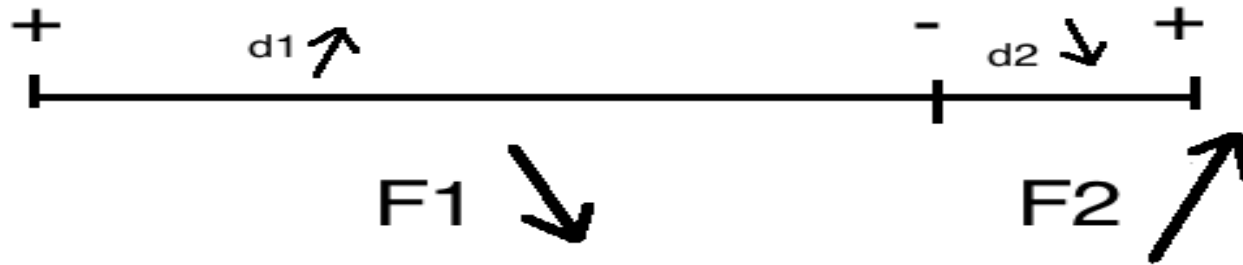
RAPPEL : EQUILIBRE STABLE/INSTABLE



Une position d'équilibre est dite **stable** lorsqu'un mobile légèrement écarté de sa position initiale sous l'effet d'une action perturbatrice tend à y revenir de lui-même.

Une position d'équilibre est dite **instable** lorsqu'un mobile légèrement écarté de sa position initiale sous l'effet d'une action perturbatrice tend à s'écarter de cette position initiale.

ITEM C... TOUJOURS...



$$F = kqQ/d^2$$

Conclusion : Si F2 Augmente, alors la charge - s'éloignera de plus en plus du milieu !



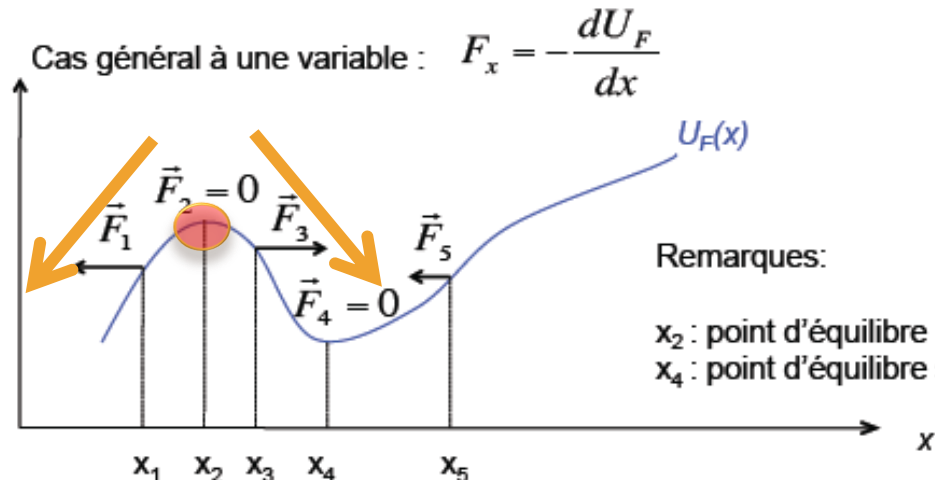
Donc pour l'électron au milieu de 2 charges positives : c'est un équilibre INSTABLE

ITEM D

35

c) Exemples :

$$U_F(x) = k \frac{x^2}{2} \Rightarrow F_x = -kx$$
$$U_F(z) = mgz \Rightarrow F_z = -mg$$
$$U_F(r) = k \frac{Qq}{r} \Rightarrow F_r = k \frac{Qq}{r^2}$$



En s'écartant de ce point d'équilibre instable, l'énergie potentielle ne peut que diminuer !

QCM 3

Sachant que la molécule HCl possède un moment dipolaire permanent égal à $p = 3,6 \cdot 10^{-30}$ C.m, quelle est la distance entre les barycentres de ses charges positives et négatives ? (On donne le numéro atomique du chlore : 17)

- A) 3.9 pm
- B) 1.25 pm
- C) 2.12 pm
- D) 21.2 pm
- E) Aucune des ces réponses

QCM 3 REPONSE : B

QCM 3 : LE CALCUL !

$$2a = \frac{p}{q} = \frac{3,6 \cdot 10^{-30}}{(17 + 1) * 1,6 \cdot 10^{-19}} = \frac{18 * 2 \cdot 10^{-31}}{18 * 16 \cdot 10^{-20}} = \frac{1}{8} \cdot 10^{-11} = 0,125 \cdot 10^{-11} \text{ m}$$

$= 1,25 \text{ pm}$

QCM 4

Soit un oscillateur harmonique et amorti de pulsation propre égale à 12 rad/s . L'amplitude des oscillations s'amortit avec un temps caractéristique de 20 s . Le facteur de qualité de cet oscillateur est :

- A) 6
- B) 12
- C) 60
- D) 120
- E) Aucune de ces réponses

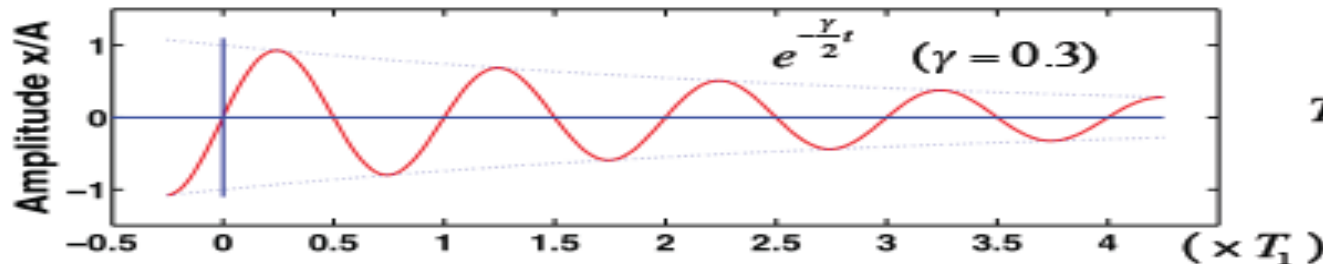
QCM 4 : REPONSE D

QCM 4 : CALCUL + RAPPEL DE COURS

$$\gamma = \frac{2}{\tau} = \frac{2}{20} = 0,1 \text{ s}^{-1} \text{ et } Q = \frac{\omega_0}{\gamma} = \frac{12}{0,1} = 120$$

- (i) Le **temps d'amortissement**, défini par $\tau = 2/\gamma$ (diminution d'un facteur e^{-1})
- (ii) La **pseudo-période**, définie par $T_1 = 2\pi/\omega_1$.

$$x(t) = A e^{-\frac{\gamma}{2}t} \sin(\omega_1 t + \varphi) \quad (\text{ci - dessous } \tau/T_1 \approx 7)$$



On définit aussi le nombre $Q = \omega_0/\gamma$ appelé **facteur de qualité** de l'oscillateur.

**SCHRÖDINGER'S CAT IS
A L E A V I E**

PHYSIQUE QUANTIQUE

QCM 5

A propos des fondements historiques de la physique quantique :

A) La règle de quantification de Bohr (le moment angulaire est un multiple de $h/2\pi$) appliquée au modèle de Rutherford (électron gravitant autour du proton) permet de retrouver les niveaux d'énergie quantifiés de l'atome d'hydrogène, $E_n = E_1/n^2$ ($n = 1, 2, \dots$)

B) Les raies d'émission dans l'UV de l'atome H, appelées raies de Lyman, correspondent à certaines fréquences égales à $(E_n - E_m)/h$

C) La relation de de Broglie, $\lambda = h/p$, est un élément essentiel dans l'interprétation de l'effet photoélectrique

D) Dans l'effet photoélectrique le courant de saturation est une mesure de l'énergie cinétique des électrons arrachés à la photocathode

E) Toutes les propositions A-D sont fausses

QCM 5 REPONSES : AB

QCM 5 CORRECTION INTEGRALE

A) cf. cours

B) cf. cours

C) La longueur d'onde de de Broglie n'a aucun intérêt dans l'effet photoélectrique, c'est l'élément clé de la dualité onde-corpuscule pour les particules de matière

D) C'est la contre-tension maximale $|V_0|$ qui est la mesure de l'énergie cinétique des électrons arrachés

QCM 5 : PIQURE DE RAPPEL

A la suite des travaux de Balmer dans le **visible**, de Lyman dans l'**UV** (1906) et de Paschen dans l'**IR**, les longueurs d'ondes associées à ces raies vérifient toutes :

$$\frac{1}{\lambda_{nm}} = R_H \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

où $n > m$ et $R_H = 1,097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$ est la constante de Rydberg.

QCM 6

On considère un électron initialement au repos et accéléré sous une différence de potentiel de 100 V.

On donne : $\hbar/\sqrt{2me} \approx 1,93.10^{-9}$ S.I. ; $\sqrt{2me}/\hbar \approx 0,52.10^9$ S.I. ;

$h/\sqrt{2me} \approx 1.23 10^{-9}$ S.I. ; $\sqrt{2me}/h \approx 0,81.10^9$ S.I.

On demande la longueur d'onde de de Broglie de l'électron accéléré

- A) 0,123 nm
- B) 0,81 nm
- C) 0,218 nm
- D) 0,46 nm
- E) Aucune des ces réponses

QCM 6 : REPONSE A

QCM 6 : CALCUL

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2meV}} = \frac{h}{\sqrt{2me}} * \frac{1}{\sqrt{V}} = 1,23.10^{-9} * \frac{1}{\sqrt{100}}$$

$$= 1,23.10^{-10} \text{ m} = 0,123 \text{ nm}$$

Le tutorat est gratuit-Toute reproduction ou vente
sont interdites



OPTIQUE



QCM 7

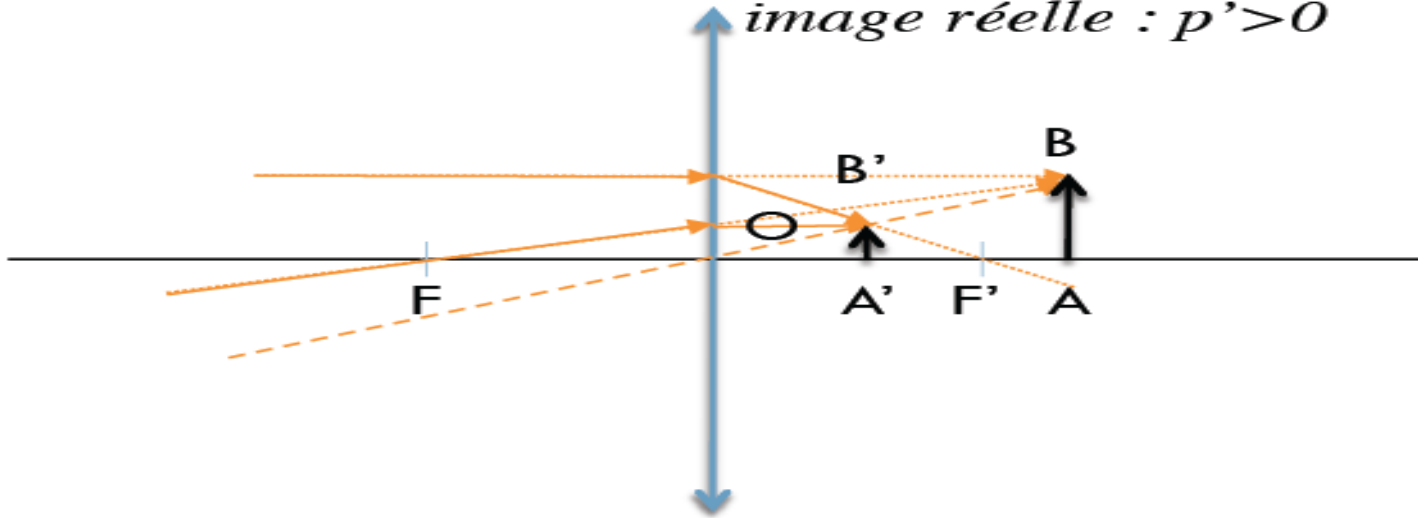
A propos de l'image d'un objet virtuel par une lentille convergente :

- A) Cette image est réelle
- B) Cette image est droite
- C) La taille de l'image est toujours plus petite que celle de l'objet
- D) Si l'objet est dans le plan focal image, la distance image est égale à $f'/2$
- E) Les propositions A-D ci-dessus sont toutes fausses

QCM 7 : REPONSES ABCD

QCM 7 : PIQURE DE RAPPEL

*lentille conv. : $f < 0$
objet virtuel : $p > 0$
image réelle : $p' > 0$*



Le grandissement **transverse** de l'image est défini par $\gamma = A'B'/AB$.

On montre que $\gamma = p'/p$ (Thalès).

$\gamma > 0$: image droite. $\gamma < 0$: image renversée.

QCM 7 : CORRECTION

A) B) C) cf. cours et construction

D) Loi du dioptre sphérique appliquée à une lentille : $\frac{1}{p'} - \frac{1}{p} = \frac{1}{f'}$

Ici on a $\frac{1}{p'} - \frac{1}{f'} = \frac{1}{f'}$ et $\frac{1}{p'} = \frac{2}{f'}$ d'où $p' = \frac{f'}{2}$

QCM 8

Supposons que la vision d'une personne soit caractérisée par un défaut de vergence de -1δ et une amplitude d'accommodation de $\Delta D = 4\delta$

- A) Cette personne est myope
- B) Cette personne peut voir net à l'infini en faisant un effort d'accommodation
- C) Son *Punctum Proximum* est à $1/3$ m devant la cornée de son œil
- D) Cette personne aurait besoin de lentilles divergentes pour améliorer sa vision rapprochée
- E) Les propositions A-D sont fausses

QCM 8 : REPONSES BC

QCM 8 : TABLEAU RECAPITULATIF

Défauts isolés	p_R	p_P	δ_v	ΔD	Correction
Myopie	< 0 mais rapproché	$> -0,25$	> 0	4δ	Verres divergents $-\delta_v$
Hypermétropie	> 0 (si accommodation : $-\infty$)	$< -0,25$	< 0	4δ	Verres convergents $-\delta_v$
Presbytie	$-\infty$	$< -0,25$	0	$< 4\delta$	Verres convergents $+\delta_v$

QCM 8 : CORRECTION

A) $\delta_v < 0$, donc hypermétropie

B) Caractéristique d'un hypermétrope

$$C) \Delta D = \frac{1}{p_R} - \frac{1}{p_P}$$

$$\text{d'où } -\frac{1}{p_P} = \Delta D - \frac{1}{p_R} = \Delta D + \delta_v = 4 - 1 = 3\delta$$

$$\text{et } -p_P = \frac{1}{3}m$$

D) De lentilles convergentes (de $+1\delta$)

QCM 9

On considère un microscope élémentaire formé d'un tube fermé à ses deux extrémités par un objectif et un oculaire :

- A) Le grossissement du microscope augmente lorsque la distance focale de l'objectif augmente
- B) Le grossissement du microscope augmente lorsque la distance focale de l'oculaire diminue
- C) Le grossissement du microscope augmente si l'intervalle optique du microscope diminue
- D) Le pouvoir séparateur d_{min} du microscope diminue si l'indice optique à l'intérieur du microscope augmente
- E) Toutes les propositions A-D sont fausses

QCM 9 : REPONSES BD

QCM 9 : PIQURE DE RAPPEL

On définit le **pouvoir séparateur** d_{\min} d'un instrument optique comme l'écart minimum entre 2 objets ponctuels permettant encore de les distinguer. Notons la distance objet D . Alors le critère de Rayleigh implique que :

(en ayant fait l'approximation $\sin \theta_0 \sim d_{\min}/D$)

$$d_{\min} = 0.61 \frac{\lambda D}{n' r}$$

ATTENTION !

Si d_{\min} diminue, la distance séparant les deux points diminue...

et donc la résolution est meilleure !

QCM 9: CORRECTION

A) B) C)
$$G = \frac{|p_P| \Delta}{f'_{\text{objectif}} f'_{\text{oculaire}}}$$

D)
$$d_{\text{min}} = 0,61 \frac{\lambda D}{n' r}$$

moyen pour retenir : on peut mettre de l'huile pour augmenter le grossissement

QCM 10

On souhaite déposer une couche anti-reflet sur une lame de diamant, en utilisant un matériau d'indice $n = 1,5$. Quelle est l'épaisseur de cette couche si on souhaite qu'il n'y ait aucun rayon réfléchi en incidence normale lorsque la longueur d'onde de ce rayonnement est de 600 nm ?

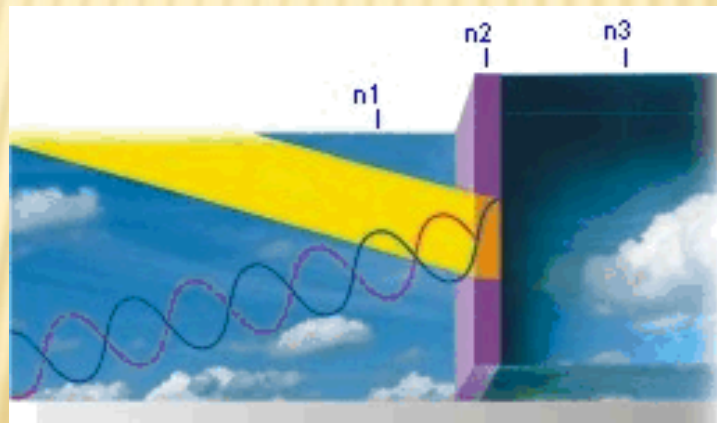
- A) 0,1 mm
- B) 0,1 μm
- C) 100 nm
- D) 200 nm
- E) Aucune des ces réponses

QCM 10 : REPONSES BC

QCM 10 : PIQURE DE RAPPEL

En choisissant une épaisseur e telles que $e n = \lambda/4$,
la différence de chemin optique entre les deux ondes réfléchies (resp. sur la couche
mince et sur le dioptre) devient : $\delta = \lambda/2$

Dans ce cas les deux ondes réfléchies s'annihilent par interférence destructive.



QCM 10 : CORRECTION

$$e = \frac{\lambda}{4n} = \frac{600}{4 * 1,5} = \frac{600}{6} = 100 \text{ nm} = 0,1 \text{ }\mu\text{m}$$

QCM 11

A propos des principes du laser :

- A) L'impossibilité d'un laser à 2 niveaux est une conséquence de la statistique de Boltzmann $N_i \sim \exp(-E_i/k_b T)$
- B) Un laser accordable en fréquence est un laser dont le niveau le plus bas de la transition laser est à l'intérieur d'une bande d'énergie
- C) Un avantage des lasers à colorant est qu'ils sont accordables sur une grande partie de leur spectre de fluorescence
- D) Le laser à néodyme est un laser à colorant
- E) Les propositions A-D sont fausses

QCM 11 : REPONSES BC

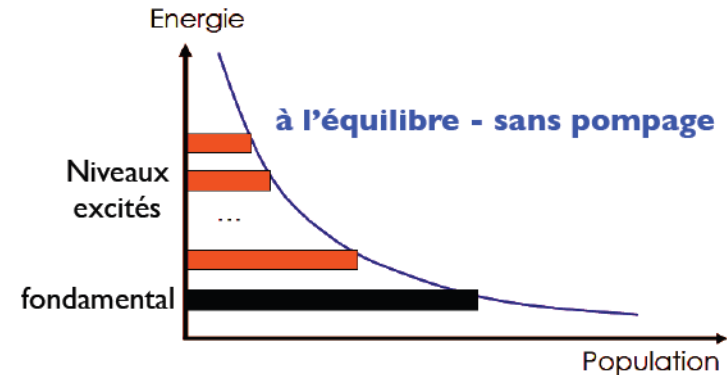
QCM 11 : PIQUIRE DE RAPPEL

L'inversion de population

A l'équilibre thermodynamique, les *populations* des niveaux sont régies par la *statistique de Boltzmann* :

$$N_i \propto \exp(-E_i/k_B T) \text{ (*)}$$

Il faut en fait **forcer** l'inversion de population ($N_{\text{excité}} > N_{\text{fondamental}}$) en **pompant** le milieu.



Or, pour une transition donnée, la *probabilité d'émission stimulée* (pour un atome dans l'état excité éclairé par un photon résonant) **est égale** à la *probabilité d'absorption* (pour un atome dans l'état fondamental éclairé par un photon résonant).

Il est donc **impossible** en **pompant** une seule transition atomique d'obtenir une inversion de population ($N_2 > N_1$) : **pas de laser à 2 niveaux !**
Au maximum, pour un fort pompage, on a $N_1 = N_2$.

Deux choses
différentes !
Deux états
différents !

QCM 11 : CORRECTION

A) C'est le fait que **la probabilité d'émission stimulée soit égale à la probabilité d'absorption** qui traduit l'impossibilité d'obtenir un laser à deux niveaux.

La statistique de Boltzmann traduit la répartition dans les états excités à l'équilibre thermodynamique et explique que **l'on soit obligés de pomper le milieu**

B) cf. cours

C) cf.cours

D) C'est un laser à solide

QCM 12

A propos des mécanismes produisant les sources de lumière:

A) La luminescence est le phénomène par lequel une molécule ayant été excitée par divers mécanismes, retourne à l'équilibre en émettant spontanément un photon

B) Le phénomène de phosphorescence est décrit dans le diagramme de Jablonski par conversion interne

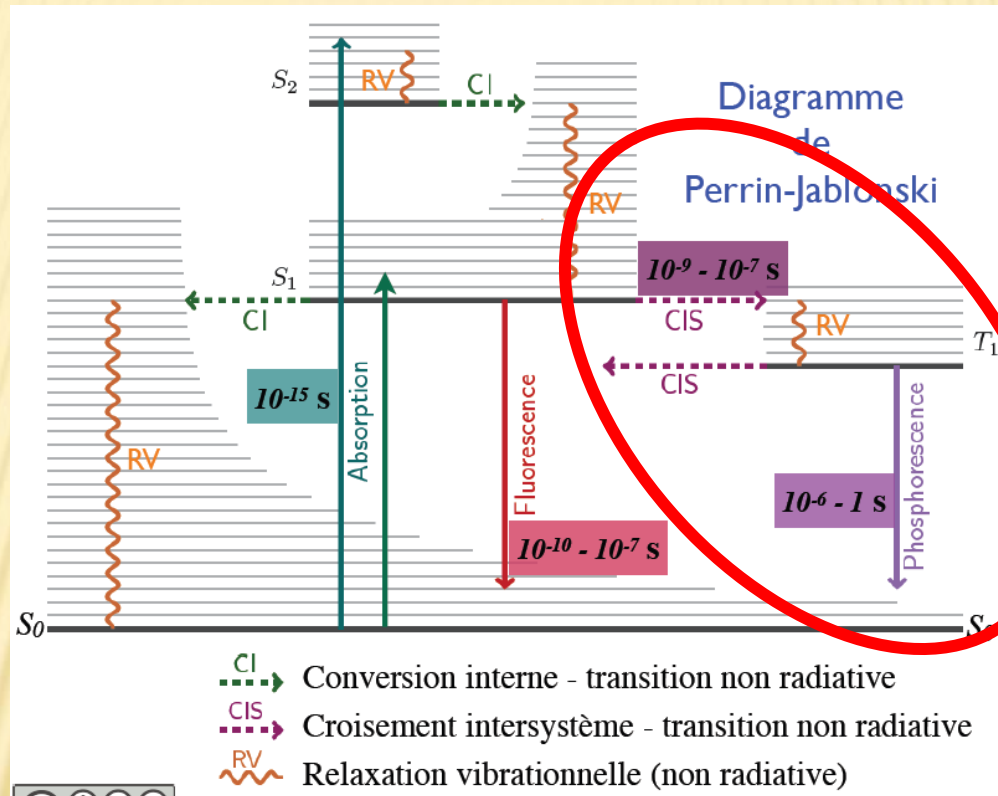
C) La flamme bleue caractéristique du gaz butane qui sort d'un bec bunsen est un exemple du phénomène d'incandescence

D) La lumière produite par une source lumineuse est dite d'autant plus chaude que sa température de couleur est basse

E) Toutes les propositions A-D sont fausses

QCM 12 : REPONSES AD

QCM 12 : PIQUIRE DE RAPPEL



Loi de déplacement de Wien :

$$\lambda_{max} T = const \simeq 0,29 \text{ cm K}$$

QCM 12 : CORRECTION

A) cf. cours

B) Il s'agit d'un croisement intersystème

C) C'est un phénomène de chimiluminescence

Pour retenir : le Soleil en incandescence émet un maximum de lumière orange/rouge

D'après la loi de Wien $\lambda_{max} T = 0,3 \text{ cm. K}$ donc si la flamme bleue était un phénomène d'incandescence, on aurait

$T_{bec \text{ bunsen}} \gg T_{Soleil} !!!$

D) D'après la loi de Wien, $\lambda_{max} T = 0,3 \text{ cm. K}$
donc si $\lambda \nearrow$ (couleur « chaude », orange/rouge), $T \searrow$



VS



QCM 13

Soit une protéine qui absorbe la lumière à 430 nm avec un coefficient d'extinction de $2000 \text{ L.mol}^{-1}.\text{cm}^{-1}$. Cette protéine est mise dans une solution à 2mM, dans une cuve de 5mm de côté. Calculez le libre parcours moyen d'absorption des photons par les protéines

- A) 0.25 cm
- B) 0.8 cm
- C) 1 cm
- D) 4 cm
- E) Les propositions A-D sont fausses

QCM 13 : REPONSE A

QCM 13 : PIQURE DE RAPPEL/CORRECTION

Libre parcours moyen d'absorption

$$l_a = 1 / \mu_a = [C K(\lambda)]^{-1}$$

$$l_a = \frac{1}{CK(\lambda)} = \frac{1}{2 \cdot 10^{-3} * 2 \cdot 10^3} = \frac{1}{4} = 0,25 \text{ cm}$$

QCM 14

A propos de quelques définitions en photométrie:

- A) Le flux lumineux mesure la puissance lumineuse visible émise par une source ponctuelle, par unité d'angle solide dans une direction donnée
- B) Une candela est l'éclairement produit par une source dont l'intensité est 1 lumen, dans un angle solide de 1 stéradian
- C) Un lumen est la puissance lumineuse d'une source d'une candela rayonnée dans un stéradian
- D) Un lux est l'éclairement produit par une source ponctuelle d'une candela sur la surface d'une sphère de 1m de rayon, dont le centre coïncide avec la source lumineuse
- E) Toutes les propositions A-D sont fausses

QCM 14 : REPONSES CD

QCM 14 : PIQURE DE RAPPEL

Grandeur	Signification	Unité	Formule
Intensité lumineuse I	Puissance lumineuse émise par une source ponctuelle <u>dans une direction donnée</u>	Candela (cd)	I=trop compliqué à calculer ($I_\lambda = K_m V(\lambda) d\Phi_\lambda / d\Omega$)
Flux lumineux F	Puissance lumineuse émise par une source ponctuelle <u>dans une région de l'espace</u>	Lumen (lm)	$F = I\Gamma$
Emittance M	Puissance lumineuse émise par unité de surface de la source (<u>pour les sources étendues uniquement</u>)	Lumen par mètre carré (lm/m ²)	$M = dF/dS$
Eclairement E	Puissance lumineuse <u>reçue</u> par unité de surface	Lux (lx)	$E = dF/d\Sigma$ $= I/r^2$

QCM 14 : CORRECTION

A) Le flux lumineux se mesure dans une région de l'espace, c'est l'intensité lumineuse qui se mesure dans une direction donnée

B) La candela est une unité d'intensité lumineuse, l'unité de l'éclairement est le lux

C) $F = I\Gamma$

D) $E = \frac{I}{r^2}$

VIVE LA...



MERCI DE VOTRE ATTENTION !
BON COURAGE !

...PHYSIQUE !