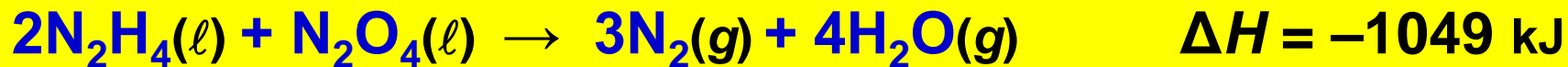


Άσκηση 6.3

Ένα προωθητικό για πυραύλους λαμβάνεται από ανάμιξη υγρής υδραζίνης, N_2H_4 , με υγρό τετροξειδίο του διαζώτου, N_2O_4 . Οι ενώσεις αυτές αντιδρούν και παράγουν αέριο άζωτο, N_2 , και υδρατμούς, εκλύοντας 1049 kJ θερμότητας, όταν αντιδρά 1 mol N_2O_4 υπό σταθερή πίεση.

Γράψτε τη θερμοχημική εξίσωση γι' αυτήν την αντίδραση.

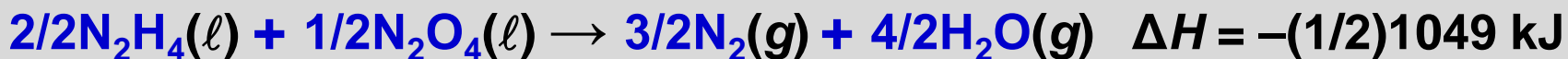


Άσκηση 6.4

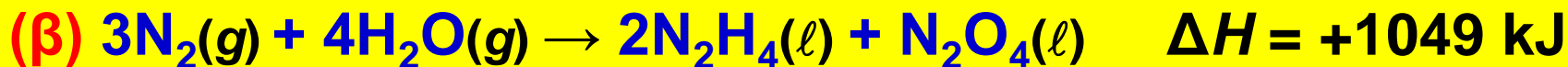
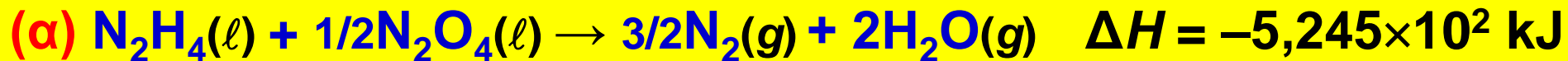
(α) Γράψτε τη θερμοχημική εξίσωση για την αντίδραση που περιγράφεται στην Άσκηση 6.3, για την περίπτωση που παίρνει μέρος 1 mol N_2H_4 .

(β) Γράψτε τη θερμοχημική εξίσωση για την αντίστροφη της αντίδρασης που περιγράφεται στην Άσκηση 6.3.

ΛΥΣΗ



ή



Εφαρμογή στοιχειομετρίας σε θερμότητες αντίδρασης

Πόση θερμότητα εκλύεται, όταν αντιδρούν 10,0 g υδραζίνης σύμφωνα με την αντίδραση που περιγράφηκε στην Άσκηση 6.3; (ΑΠΑΝΤΗΣΗ: **-164 kJ**)

ΛΥΣΗ



$$10,0 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol N}_2\text{H}_4}{32,02 \text{ g}} \times \frac{-1049 \text{ kJ}}{2 \text{ mol N}_2\text{H}_4} = -163,80 \text{ kJ} = -164 \text{ kJ}$$

Άσκηση 6.6

Ο μεταλλικός σίδηρος έχει ειδική θερμότητα $0,449 \text{ J (g } ^\circ\text{C)}^{-1}$. Πόση θερμότητα θα μεταφερθεί σε ένα κομμάτι σιδήρου μάζας $5,00 \text{ g}$ και αρχικής θερμοκρασίας $20,0 \text{ } ^\circ\text{C}$, όταν αυτό τοποθετηθεί σε ένα δοχείο που περιέχει νερό που βράζει; Υποθέστε ότι η θερμοκρασία του νερού είναι $100,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ και ότι το νερό διατηρείται σε αυτή τη θερμοκρασία, η οποία είναι και η τελική θερμοκρασία του σιδήρου. (ΑΠΑΝΤΗΣΗ: $1,80 \times 10^2 \text{ J}$)

ΛΥΣΗ

Ειδική θερμοχωρητικότητα (ή ειδική θερμότητα, s): $q = s \times m \times \Delta t$, σε $\text{J (g } ^\circ\text{C)}^{-1}$

$$q = s \times m \times \Delta t = 0,449 \text{ J/(g } ^\circ\text{C)} \times 5,00 \text{ g} \times (100,0 \text{ } ^\circ\text{C} - 20,0 \text{ } ^\circ\text{C}) = 1,796 \times 10^2 \text{ J} = 1,80 \times 10^2 \text{ J}$$

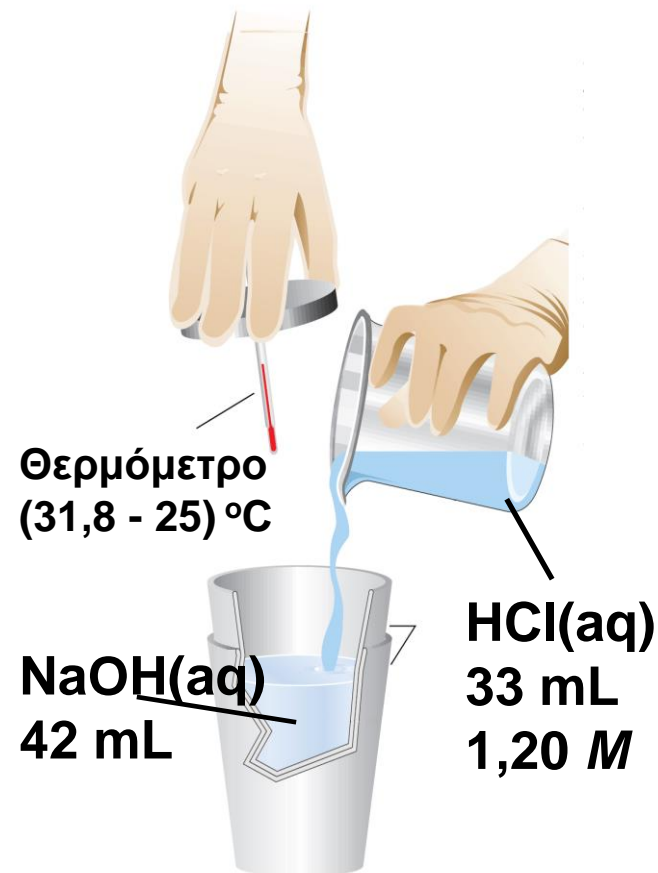
Άσκηση 6.7

Έστω ότι 33 mL HCl(aq) 1,20 M προσθέτονται σε 42 mL διαλύματος που περιέχει περίσσεια υδροξειδίου του νατρίου, NaOH , μέσα σε θερμιδόμετρο από ποτήρια του καφέ.

Η θερμοκρασία του διαλύματος ανεβαίνει από τους 25,0 °C, που είναι στην αρχή, στους 31,8 °C. Δώστε τη μεταβολή της ενθαλπίας, ΔH , για την αντίδραση



[Εκφράστε την απάντησή σας υπό μορφή θερμοχημικής εξίσωσης. Για απλούστευση, υποθέστε ότι η θερμοχωρητικότητα και η πυκνότητα του τελικού διαλύματος στο ποτήρι είναι αυτές του νερού. (Σε εργασίες μεγαλύτερης ακρίβειας, οι τιμές αυτές πρέπει να προσδιορισθούν.) Υποθέστε επίσης ότι ο ολικός όγκος του διαλύματος είναι ίσος με το άθροισμα των όγκων του HCl(aq) και NaOH(aq)].



ΛΥΣΗ

Επειδή η πυκνότητα του νερού είναι 1,000 g/mL, η συνολική μάζα του διαλύματος είναι (33 + 42) mL = 75 mL ή 75 g διαλύματος.

Και αφού $s_{(H_2O)} = 4,18 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ η θερμότητα q που απορροφάται από το διάλυμα είναι:

$$q = s \times m \times \Delta t = 4,184 \text{ J/(g }^\circ\text{C)} \times 75 \text{ g} \times (31,8 \text{ }^\circ\text{C} - 25,0 \text{ }^\circ\text{C}) = 2133,8 \text{ J}$$

Η θερμότητα που παράγεται από την αντίδραση, $q_{αντ}$, είναι ίση και αντίθετη από την q , δηλαδή είναι $q_{αντ} = -2133,8 \text{ J}$



Για τον υπολογισμό της ΔH της αντίδρασης απαιτείται ο υπολογισμός των moles του HCl που αντιδρούν:

$$\text{mol HCl} = 1,20 \text{ mol/L} \times 33 \text{ mL}/1000 \text{ mL} = 3,96 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

$$\text{Οπότε: } \Delta H = -2133,8 \text{ J} / 3,96 \times 10^{-2} \text{ mol} = -53884 \text{ J/mol}$$



Πώς μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τις θερμότητες των αντιδράσεων;

Π.χ. μπορούμε να υπολογίζουμε τη ΔH μιας αντίδρασης από τις ΔH άλλων αντιδράσεων;

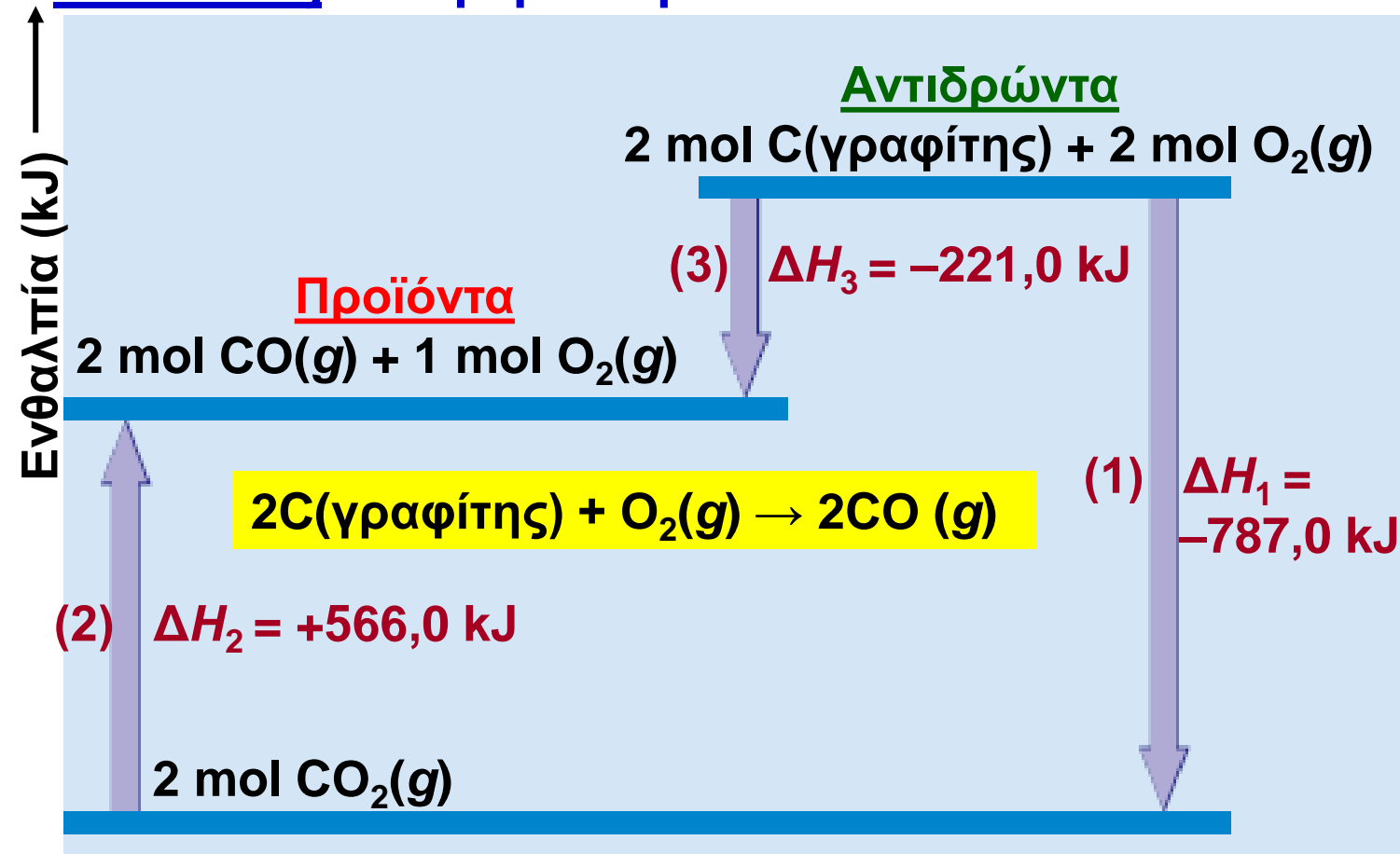


Germain Henri Hess (1802-1850) Ρώσος χημικός ελβετικής καταγωγής, καθηγητής στο Παν/μιο Πετρούπολης.

Διατύπωσε το 1840 τον ομώνυμο νόμο, που αποτελεί στην ουσία εφαρμογή του νόμου διατηρήσεως της ενέργειας!

Ο νόμος της άθροισης θερμοτήτων του Hess

- Για χημική εξίσωση που μπορεί να γραφεί σαν άθροισμα δύο ή περισσότερων σταδίων η **μεταβολή της ενθαλπίας** για τη συνολική αντίδραση ισούται με το άθροισμα των μεταβολών ενθαλπίας των μεμονωμένων σταδίων



Διάγραμμα ενθαλπίας για τη διασαφήνιση του νόμου του Hess

Το διάγραμμα δείχνει δύο διαφορετικές πορείες για να πάμε από γραφίτη και O₂ (αντιδρώντα) σε CO (προϊόντα).

☆ Το να ακολουθήσουμε την πορεία των αντιδράσεων (1) και (2) είναι το ίδιο με το να πάμε απευθείας μέσω της αντίδρασης (3)!!

Άσκηση 6.8

Εφαρμογή του νόμου του Hess

Μεταλλικό μαγγάνιο μπορεί να ληφθεί από αντίδραση διοξειδίου του μαγγανίου με αργίλιο.



Πόση είναι η τιμή ΔH γι' αυτή την αντίδραση;

Χρησιμοποιείστε τα ακόλουθα δεδομένα:



$$\Delta H = -1789 \text{ kJ}$$



Πρότυπες ενθαλπίες σχηματισμού

↪ Πρότυπη θερμοδυναμική κατάσταση: 1 atm, 25°C

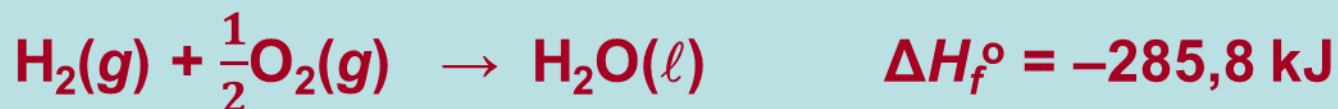
↪ Πρότυπη ενθαλπία αντίδρασης, ΔH° : μεταβολή ενθαλπίας αντίδρασης όπου προϊόντα και αντιδρώντα βρίσκονται στις **πρότυπες συνθήκες τους**

↪ Αλλότροπο: μία από τις δύο ή περισσότερες μορφές ενός στοιχείου στην ίδια φυσική κατάσταση

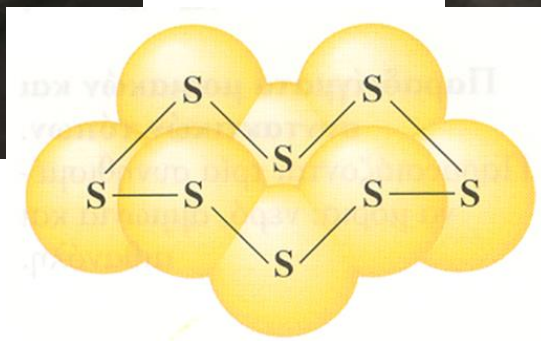
C(γραφίτης–διαμάντι), S(ρομβικό–μονοκλινές), O₂ – O₃

↪ Μορφή αναφοράς: η σταθερότερη μορφή του στοιχείου κάτω από πρότυπες θερμοδυναμικές συνθήκες, π.χ. [C(γραφίτης), O₂]

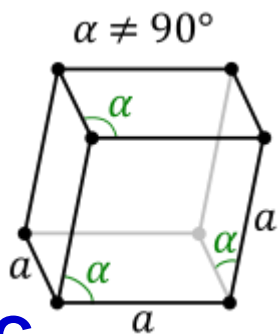
↪ Πρότυπη ενθαλπία σχηματισμού, ΔH_f° : η ΔH για το σχηματισμό ενός mole της ουσίας στην πρότυπη καταστατική μορφή της από τα στοιχεία της στις πρότυπες καταστάσεις τους



Αλλοτροπικές μορφές του θείου



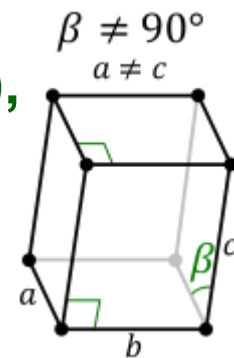
**S(ρομβικό),
η σταθερή
μορφή
του S σε 25°C**



θέρμανση και ψύξη

→

**S(μονοκλινές),
αλλοτροπική
μορφή S
(βελονοειδείς
κρύσταλλοι)**



★ Οι ΔH_f° των στοιχείων (για τις μορφές αναφοράς) είναι μηδέν!

Πώς υπολογίζεται η ΔH° μιας αντίδρασης από πρότυπες ενθαλπίες σχηματισμού

★ Με εφαρμογή του νόμου του Hess προκύπτει ότι η πρότυπη μεταβολή ενθαλπίας, ΔH° , μιας αντίδρασης δίνεται από τον τύπο

$$\Delta H^\circ = \sum n \Delta H_f^\circ (\text{προϊόντα}) - \sum m \Delta H_f^\circ (\text{αντιδρώντα})$$

Όπου:

ΔH_f° = πρότυπη ενθαλπία σχηματισμού μιας ουσίας
(από κατάλληλο Πίνακα)

Σ = άθροισμα γινομένων

n, m = αριθμητικοί συντελεστές των ουσιών της χημικής εξίσωσης

Άσκηση 6.10

Υπολογισμός της ενθαλπίας αντίδρασης από πρότυπες ενθαλπίες σχηματισμού

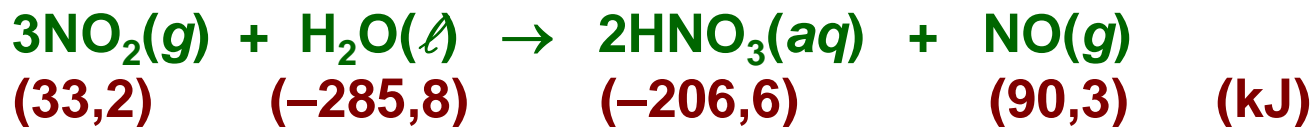
Υπολογίστε τη μεταβολή ενθαλπίας για την ακόλουθη αντίδραση:



Χρησιμοποιείτε πρότυπες ενθαλπίες σχηματισμού.

ΛΥΣΗ

Η αντίδραση, μαζί με τις τιμές ΔH_f° κάτω από τους τύπους των ουσιών, είναι:



$$\begin{aligned} \Delta H^\circ &= [2 \Delta H_f^\circ(\text{HNO}_3) + \Delta H_f^\circ(\text{NO})] - [3 \Delta H_f^\circ(\text{NO}_2) + \Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O})] \\ &= [2(-206,6) + (90,3)] \text{ kJ} - [3(33,2) + (-285,8)] \text{ kJ} = -136,70 \text{ kJ} \\ &= \mathbf{-136,70 \text{ kJ}} \end{aligned}$$

Άσκηση 6.11

Υπολογίστε την πρότυπη μεταβολή ενθαλπίας για την αντίδραση ενός υδατικού διαλύματος υδροξειδίου του βαρίου με ένα υδατικό διάλυμα νιτρικού αμμωνίου στους 25 °C :



Χρησιμοποιήστε πρότυπες ενθαλπίες σχηματισμού.

(Υπόδειξη: Γράψτε την τελική ιοντική αντίδραση μαζί με τις Δ_f° κάτω από τους τύπους των ουσιών)

Substance or Ion	Δ_f° (kJ/mol)
HF(aq)	-332.6
HF(g)	-272.5
Hydrogen	
H(g)	218.0
H ⁺ (aq)	0
H ⁺ (g)	1536.2
H ₂ (g)	0
H ₂ O(g)	-241.8
H ₂ O(l)	-285.8
H ₂ O ₂ (aq)	-191.2
H ₂ O ₂ (g)	-136.1
H ₂ O ₂ (l)	-187.8
Nitrogen	
N(g)	472.7
N ₂ (g)	0
NH ₃ (aq)	-80.29
NH ₃ (g)	-45.90
NH ₄ ⁺ (aq)	-132.5
N ₂ H ₄ (g)	95.35
N ₂ H ₄ (l)	50.63
Oxygen	
O(g)	249.2
O ₂ (g)	0
O ₃ (g)	142.7
OH ⁻ (aq)	-230.0

Απόσπασμα από πίνακα με θερμοδυναμικές ποσότητες για ουσίες και ιόντα στους 25 °C

Καύσιμα-τρόφιμα, καύσιμα του εμπορίου και καύσιμα πυραύλων

➤ Καύσιμο: Κάθε ουσία που καίγεται ή αντιδρά με παρόμοιο τρόπο, παρέχοντας θερμότητα και άλλες μορφές ενέργειας.

➤ Τα τρόφιμα ως καύσιμα

Το σώμα μας παράγει ενέργεια από τρόφιμα κατά την ίδια συνολική διαδικασία που παράγουν και οι καύσεις.

➤ Οι καύσεις γλυκόζης και λίπους:



1 g γλυκόζης παρέχει 15,6 kJ (ή 3,73 kcal) θερμότητας



1 g τριμυριστικού εστέρα γλυκερίνης παρέχει 38,5 kJ (9,20 kcal) θερμότη.

Μέσες τιμές θερμίδων (kcal ή C) ανά γραμμάριο:

υδατάνθρακες 4,0 kcal

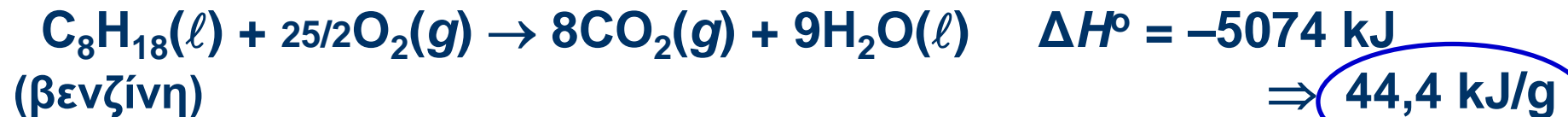
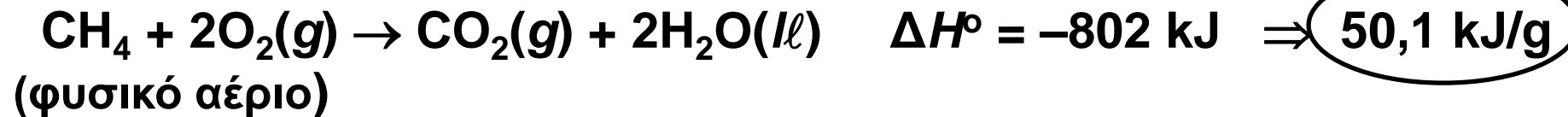
Λίπη 9,20 kcal

Ορυκτά καύσιμα

Γαιάνθρακες, πετρέλαιο, φυσικό αέριο

Σύγκριση θερμοτήτων καύσης, (τιμές καυσίμου ή θερμικές αποδόσεις):

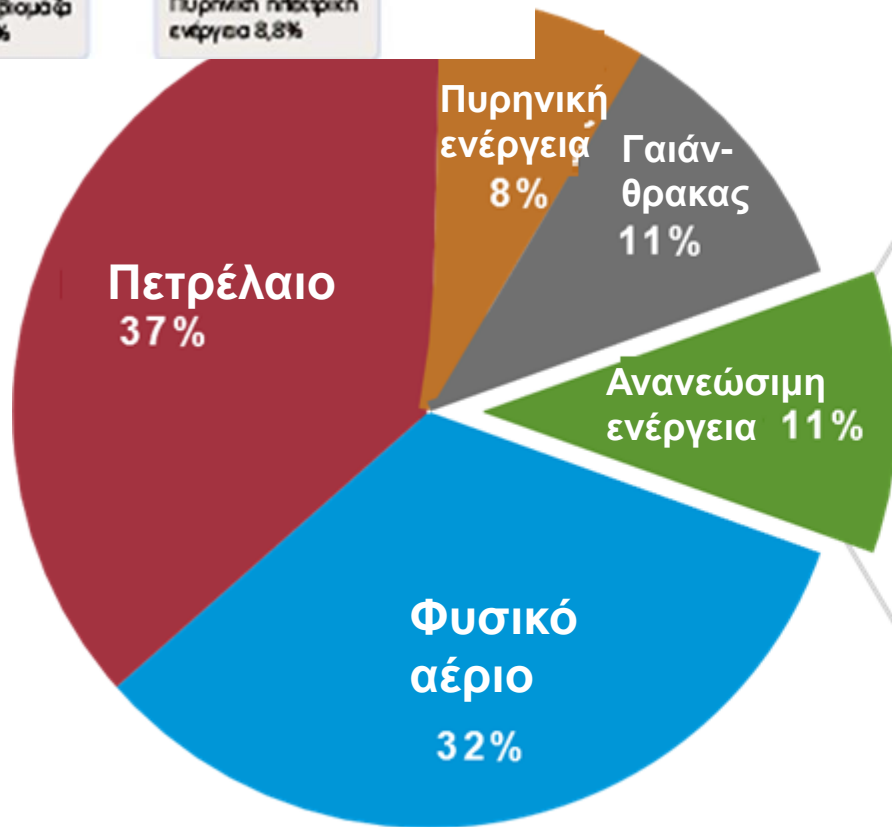
Σκληρός γαιάνθρακας (ανθρακίτης, 80% C): 30,6 kJ/g



Πηγές ενέργειας και κατανάλωση ενέργειας στις Η.Π.Α. (2019)

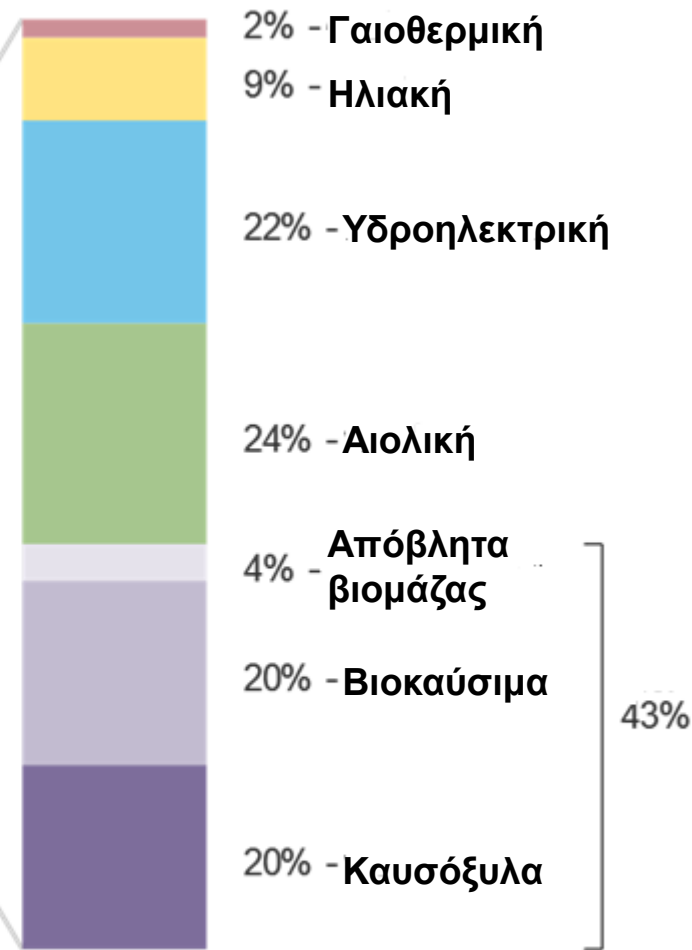


2009



Υδροηλεκτρική ενέργεια, βιομάζα κ.λπ. 8,2%

Πυρηνική ηλεκτρική ενέργεια 8,8%



ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΕΙΣ

ΟΡΥΚΤΑ ΚΑΥΣΙΜΑ

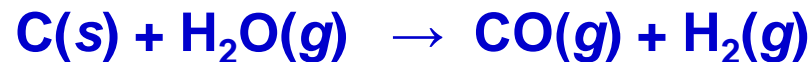
Πετρέλαιο:

Έτος 2030: το 80% των αποθεμάτων πετρελαίου θα έχει εξαντληθεί.

Φυσικό αέριο: Αποθέματα περιορισμένα

Γαιάνθρακες: αρκετά για μερικούς αιώνες \Rightarrow

Αεριοποίηση και υγροποίηση γαιανθράκων:



(Αντίδραση υδραερίου)



(Καταλυτική μετατροπή του υδραερίου σε μεθάνιο)

Καύσιμα πυραύλων



Εκτόξευση του διαστημικού λεωφορείου Columbia.

Το στερεό καύσιμο για τους ενισχυτικούς πυραύλους είναι ένα μίγμα σκόνης **μεταλλικού αργιλίου** και άλλων υλικών μαζί με **υπερχλωρικό αμμώνιο** ως οξειδωτικό. Καθώς τα καύσιμα καίγονται, σχηματίζεται ένα νέφος από **οξείδιο του αργιλίου**. Επίσης:

Καύση υδρογόνου: $\text{H}_2(\text{g}) + 1/2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta H^\circ = -242 \text{ kJ} \text{ (120 kJ/g)}$

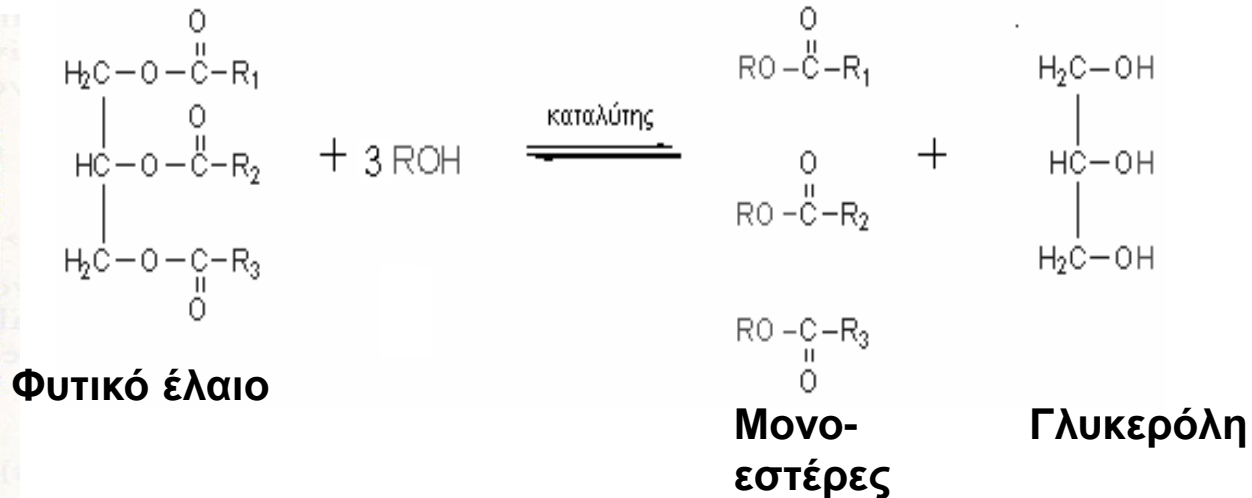
Καύση μεθανίου \Rightarrow **50 kJ/g**

Πρόγραμμα «Απόλλων»: Καύσιμα $\text{H}_2(\ell) + \text{O}_2(\ell)$, (για Κρόνος V, 2^{ος}-3^{ος} όροφος)
κηροζίνη + $\text{O}_2(\ell)$ (44,1 kJ/g), (για 1^ο όροφο) $\text{N}_2\text{H}_4(\ell) + \text{N}_2\text{O}_4(\ell)$ (για προσεδάφιση)

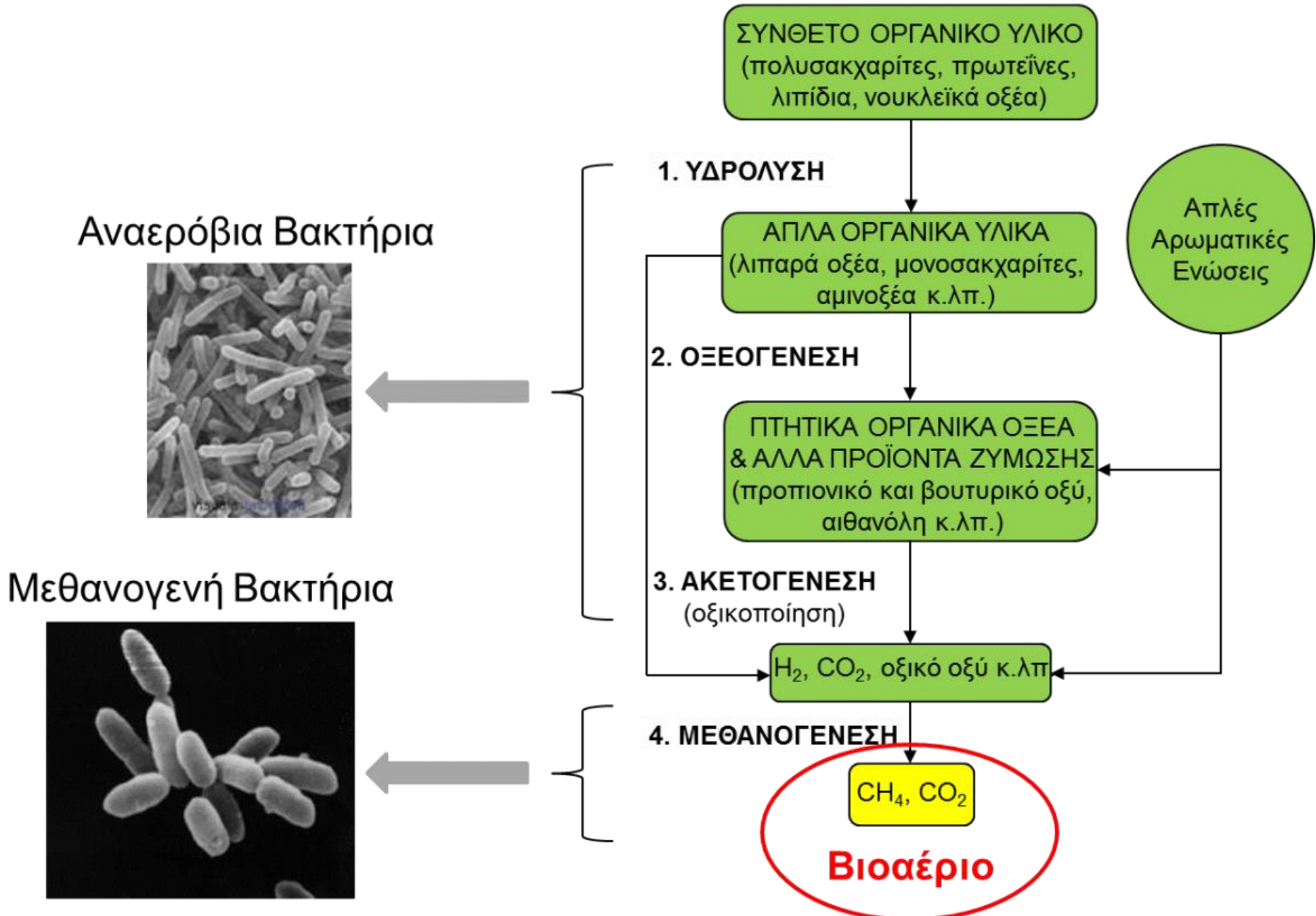
Εναλλακτικά καύσιμα

Biodiesel: Σύνολο καθαρών καυσίμων από φυσικές και ανανεώσιμες πηγές προς αντικατάσταση πετρελαίου **diesel** ή προσθήκη σε αυτό

Μέθοδος παρασκευής Biodiesel : Μετεστεροποίηση των **τριγλυκεριδίων** φυτικών ελαίων (π.χ. ηλιανθέλαιου) με χρήση καταλύτη **NaOH** και περίσσειας **CH₃OH** προς μίγμα **μονοεστέρων** και **γλυκερόλης**:

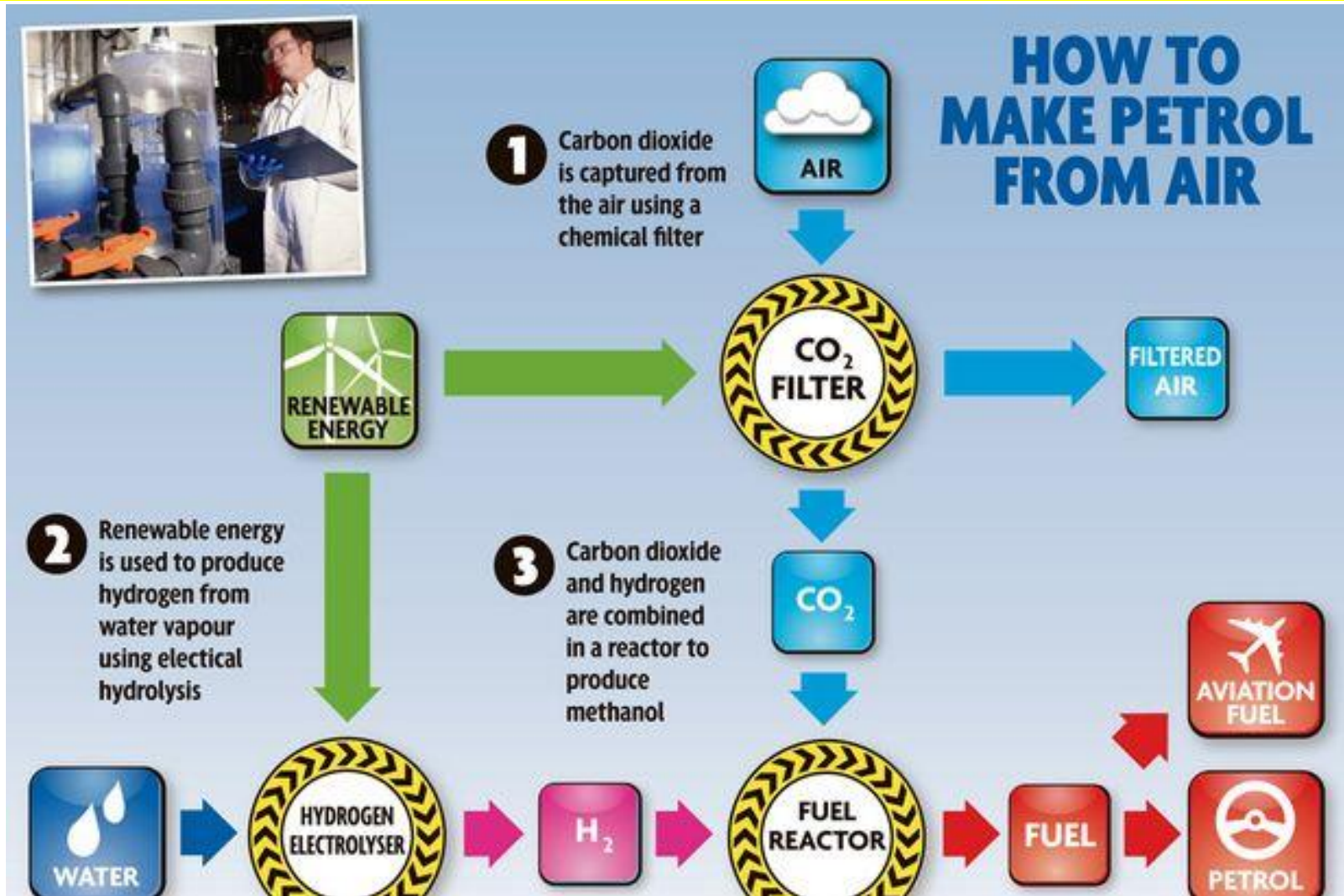


Βιοχημεία Αναερόβιας Χώνευσης



Εναλλακτικά καύσιμα

Παραγωγή συνθετικών υδατανθράκων από αέρα!
(Από τη βρετανική εταιρεία **Air Fuel Synthesis**)



Εναλλακτικά καύσιμα

Παραγωγή συνθετικών υδατανθράκων από τη θάλασσα! [Από το Εργαστήριο Θαλάσσιων Ερευνών (NRL) του Πολεμικού Ναυτικού των ΗΠΑ απομονώνουν διοξείδιο του άνθρακα και αέριο υδρογόνο από θαλασσινό νερό]



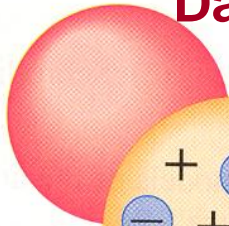
4. Η κβαντική θεωρία του ατόμου

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ:

- Η κυματική φύση του φωτός
- Κβαντικά φαινόμενα και φωτόνια
- Η θεωρία του Bohr για το άτομο του υδρογόνου
- Κβαντομηχανική
- Κβαντικοί αριθμοί και ατομικά τροχιακά

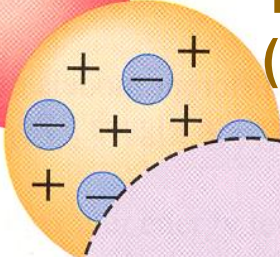
...Η πορεία του ατομικού προτύπου

Dalton (1803)



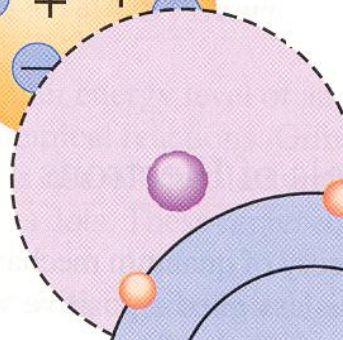
Thomson (1904)

(Θετικά και αρνητικά φορτία)



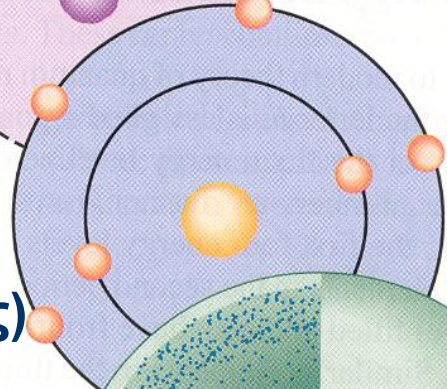
Rutherford (1911)

(Το πυρηνικό άτομο)



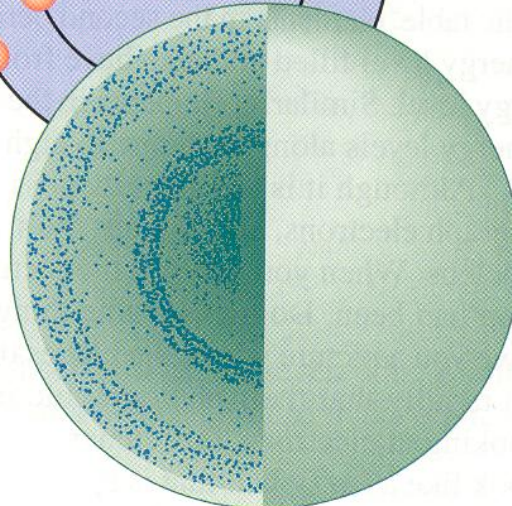
Bohr (1913)

(Επίπεδα ενέργειας)



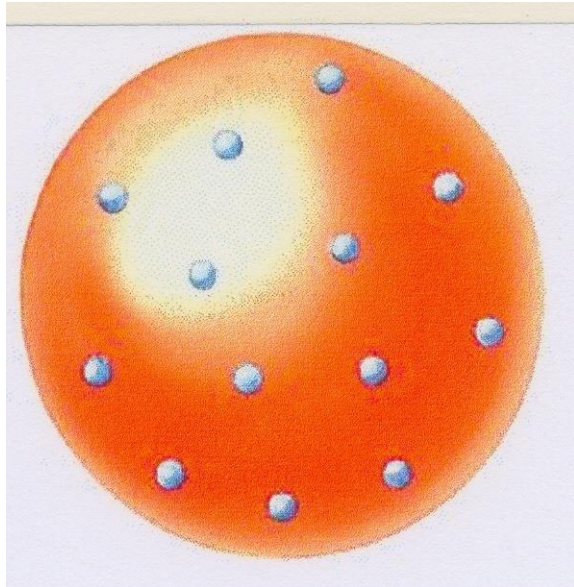
Schrödinger (1926)

(Ηλεκτρονικά νέφη)

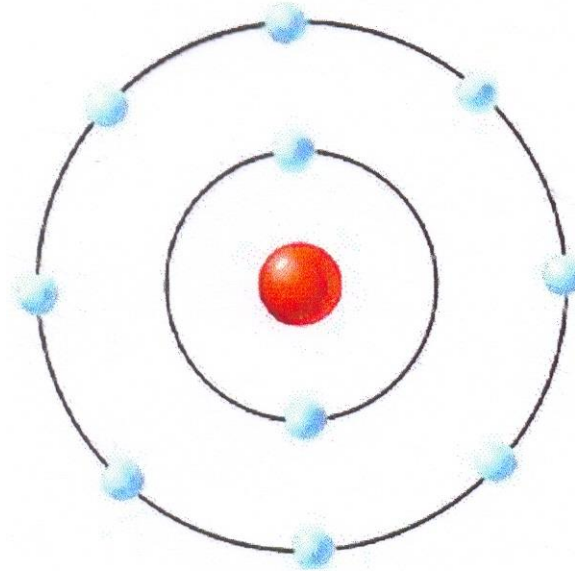


Από την εποχή του Dalton μέχρι τον Schrödinger, το ατομικό πρότυπο τροποποιήθηκε πολλές φορές.

Ατομικά Πρότυπα



Ατομικό πρότυπο του Thomson («plum-pudding» model)



Ατομικό πρότυπο του Rutherford («planet system» model)

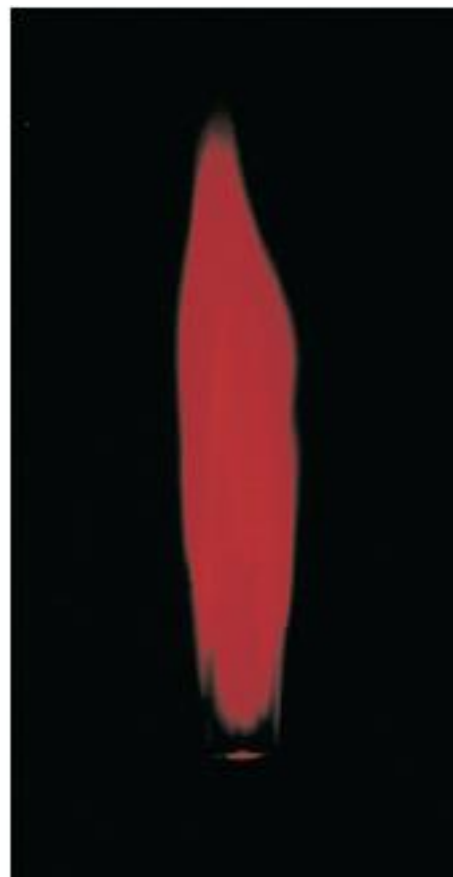
Τα χρώματα των πυροτεχνημάτων



Λίθιο



Νάτριο



Στρόντιο

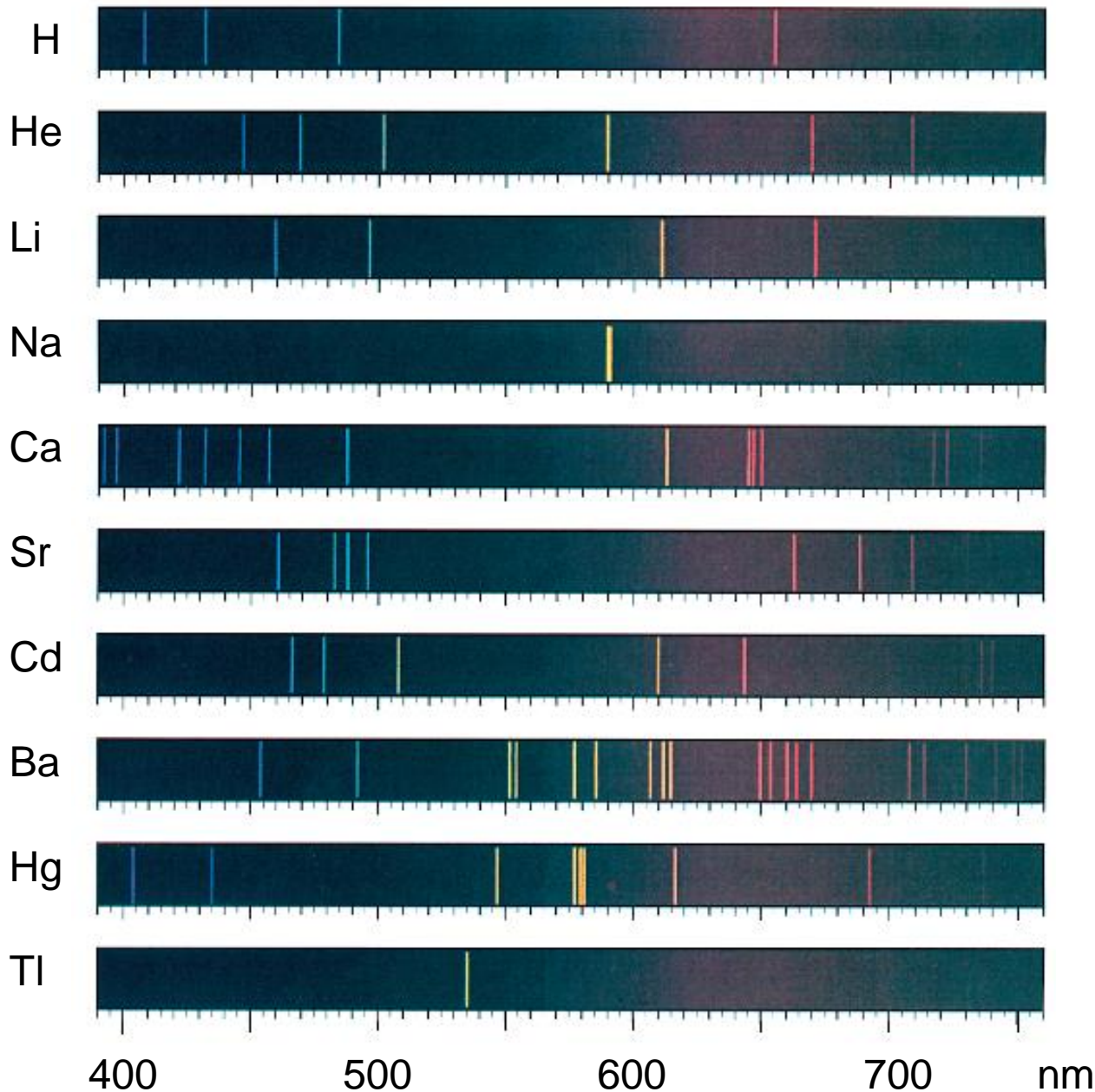


Ασβέστιο

Δοκιμασίες φλόγας για στοιχεία των Ομάδων IA και IIA

Ένας δακτύλιος από σύρμα που φέρει μικρή ποσότητα δείγματος μεταλλικής ένωσης, τοποθετείται μέσα σε μια φλόγα.

Γραμμικά φάσματα εκπομπής

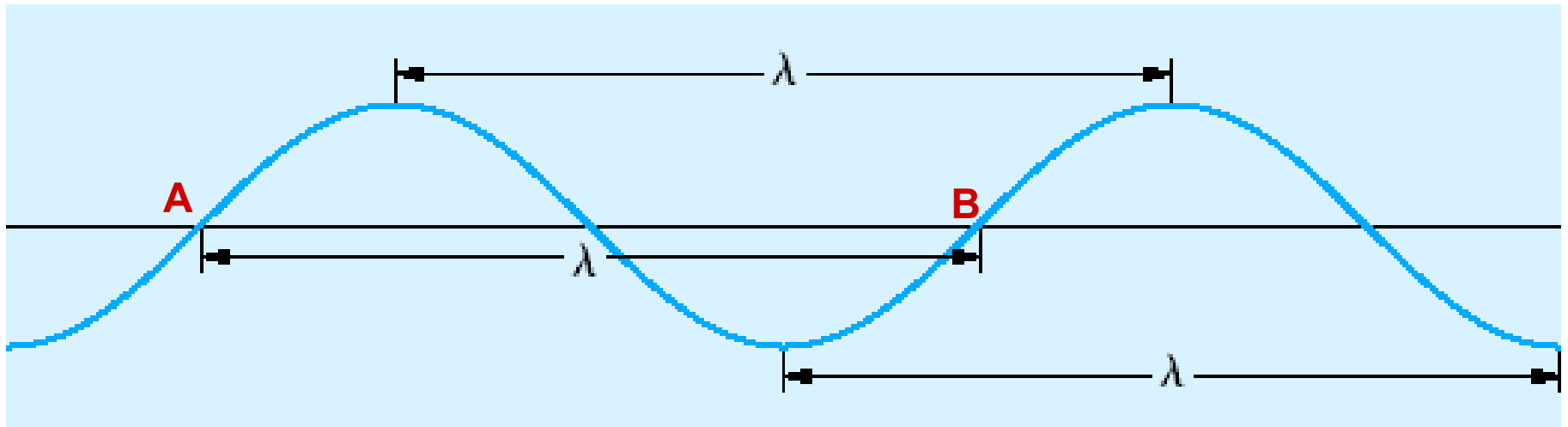


Οι γραμμές
αντιστοιχούν σε
ορατό φως που
εκπέμπεται από
άτομα.

Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία

Η κυματική φύση του φωτός

Κύμα: μια συνεχώς επαναλαμβανόμενη μεταβολή ή ταλάντωση μέσα σε ύλη ή σε ένα φυσικό πεδίο.



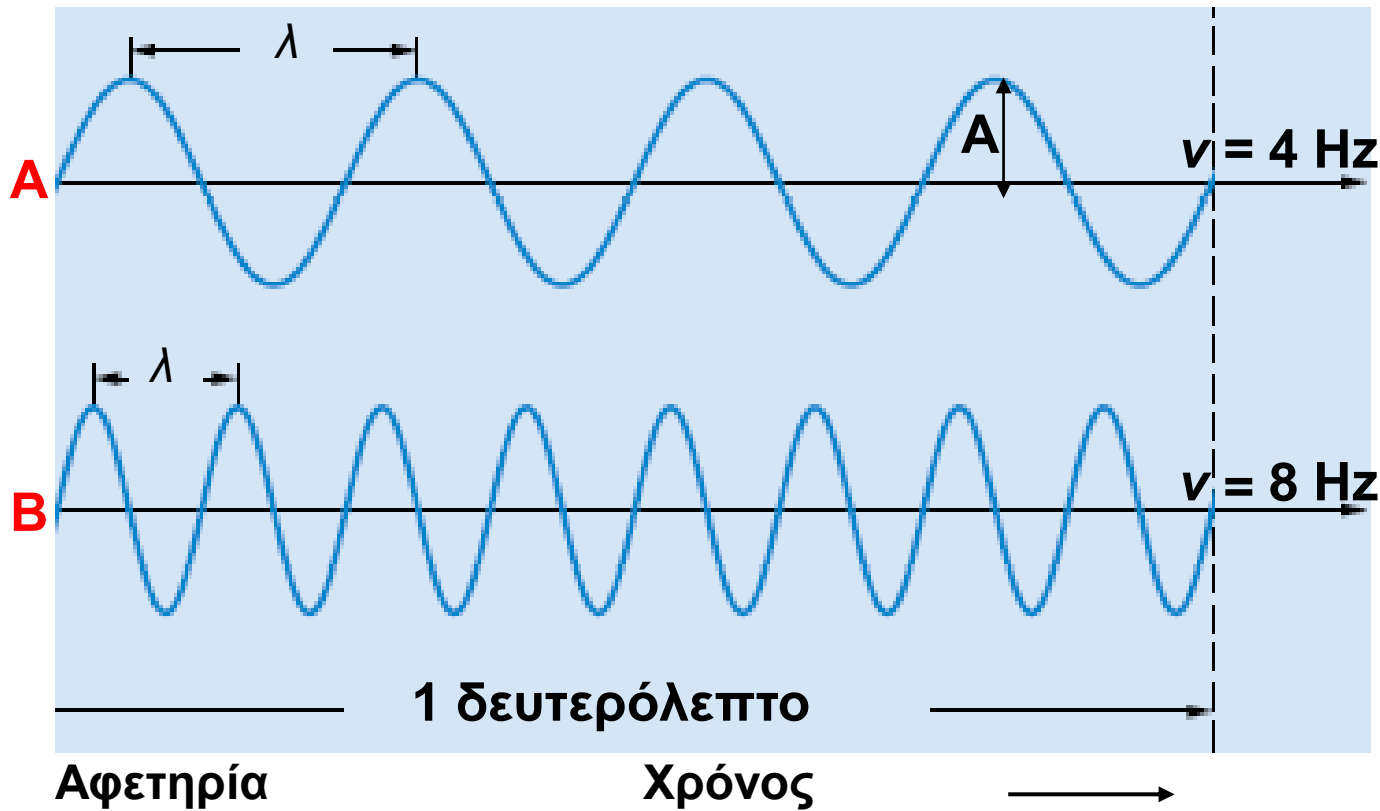
Κάθετη διατομή υδάτινου κύματος (κυματισμού)

Μήκος κύματος (λ): η απόσταση ανάμεσα σε δύο οποιαδήποτε διαδοχικά πανομοιότυπα σημεία ενός κύματος.

$$1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9} \text{ m}$$

Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία

Συχνότητα (ν): αριθμός κυμάτων ανά δευτερόλεπτο
(σε $s^{-1} = \text{hertz, Hz}$)



**A = πλάτος
του κύματος**

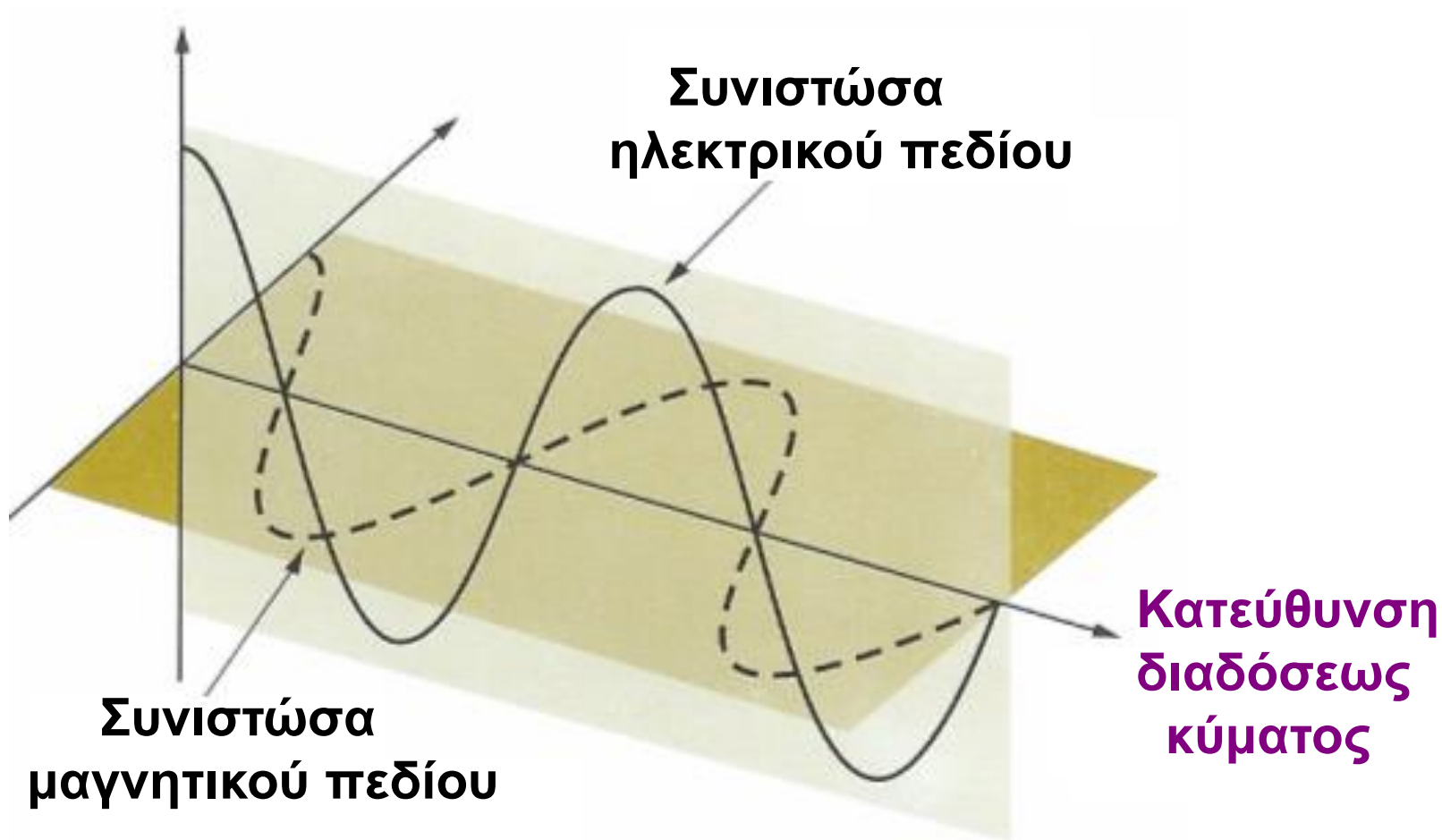
Σχέσεις

$$\begin{aligned}c_A &= c_B \\ \lambda_A &= 2\lambda_B \\ \nu_B &= 2\nu_A\end{aligned}$$

Ταχύτητα κύματος (c): $c = \nu \lambda$ (στο κενό $c = 2,998 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$)

Τι είναι το ηλεκτρομαγνητικό κύμα

Ταλαντώσεις ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων, οι οποίες μπορούν να διαδίδονται μέσα στο χώρο.



Άσκηση 7.1

Εύρεση του μήκους κύματος από τη συχνότητά του

Η συχνότητα της έντονης κόκκινης γραμμής στο φάσμα του καλίου είναι $3,91 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$. Πόσο είναι το μήκος κύματος αυτού του φωτός σε νανόμετρα;

ΛΥΣΗ

Λύνουμε ως προς λ την εξίσωση $c = \nu\lambda$, η οποία συσχετίζει το μήκος κύματος με τη συχνότητα και την ταχύτητα του φωτός ($3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$):

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3,00 \times 10^8 \text{ m/s}}{3,91 \times 10^{14} / \text{s}} = 7,672 \times 10^{-7} \text{ m} = 7,67 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$\text{ή } \lambda = 767 \text{ nm}$$

Άσκηση 7.2

Η μια από τις φασματικές γραμμές του καισίου έχει μήκος κύματος 456 nm. Πόση είναι η συχνότητά της;

ΕΡΩΤΗΣΗ:

Ακτινοβολία λέιζερ ορισμένης συχνότητας προσπίπτει σε κρύσταλλο και μετατρέπεται σε ακτινοβολία διπλάσιας συχνότητας από την αρχική. Ποιά σχέση συνδέει το μήκος κύματος της νέας ακτινοβολίας λέιζερ με αυτό της αρχικής; Αιτιολογείστε την απάντησή σας.