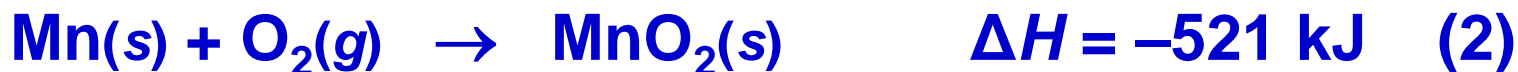


Άσκηση 6.8

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



Πόση είναι η τιμή ΔH γι' αυτήν την αντίδραση;
Χρησιμοποιείστε τα ακόλουθα δεδομένα:



Νόμος του Hess

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



Άσκηση 6.8

ΛΥΣΗ

Θα εφαρμόσουμε τον νόμο του Hess για να βρούμε τη ΔH της αντίδρασης $4\text{Al}(\text{s}) + 3\text{MnO}_2(\text{s}) \rightarrow 2\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{Mn}(\text{s})$ από τα δεδομένα των Εξισώσεων 1 και 2:



Αν πολλαπλασιάσουμε την Εξίσωση (1) επί 2, λαμβάνουμε



Επειδή η επιθυμητή εξίσωση έχει 3 MnO_2 στην αριστερή πλευρά, αντιστρέφουμε την Εξίσωση (2) και πολλαπλασιάζουμε επί 3 \Rightarrow



Αν προσθέσουμε τις δύο τελευταίες εξισώσεις κατά μέλη, μαζί με τις αντίστοιχες τιμές ΔH , βρίσκουμε τη ΔH της επιθυμητής αντίδρασης:



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 :

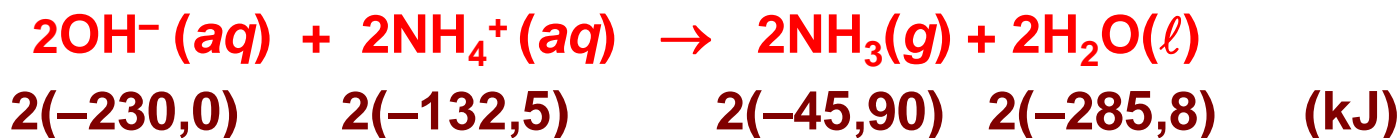


Χρησιμοποιήστε πρότυπες ενθαλπίες σχηματισμού.

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

ΛΥΣΗ

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



$$\begin{aligned} \Delta H^\circ &= [2 \Delta H_f^\circ(\text{NH}_3) + 2\Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O})] - [2 \Delta H_f^\circ(\text{OH}^-) + 2 \Delta H_f^\circ(\text{NH}_4^+)] \\ &= [2(-45,90)+2(-285,8)]\text{kJ} - [2(-230,0)+2(-132,5)]\text{kJ} = 61,60 \text{ kJ} \\ &= \mathbf{61,6 \text{ kJ}} \end{aligned}$$

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

Substance or Ion	ΔH_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
H₂O(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
NH₃(g)	-45.90
NH₄⁺(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

Άσκηση 7.2

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

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

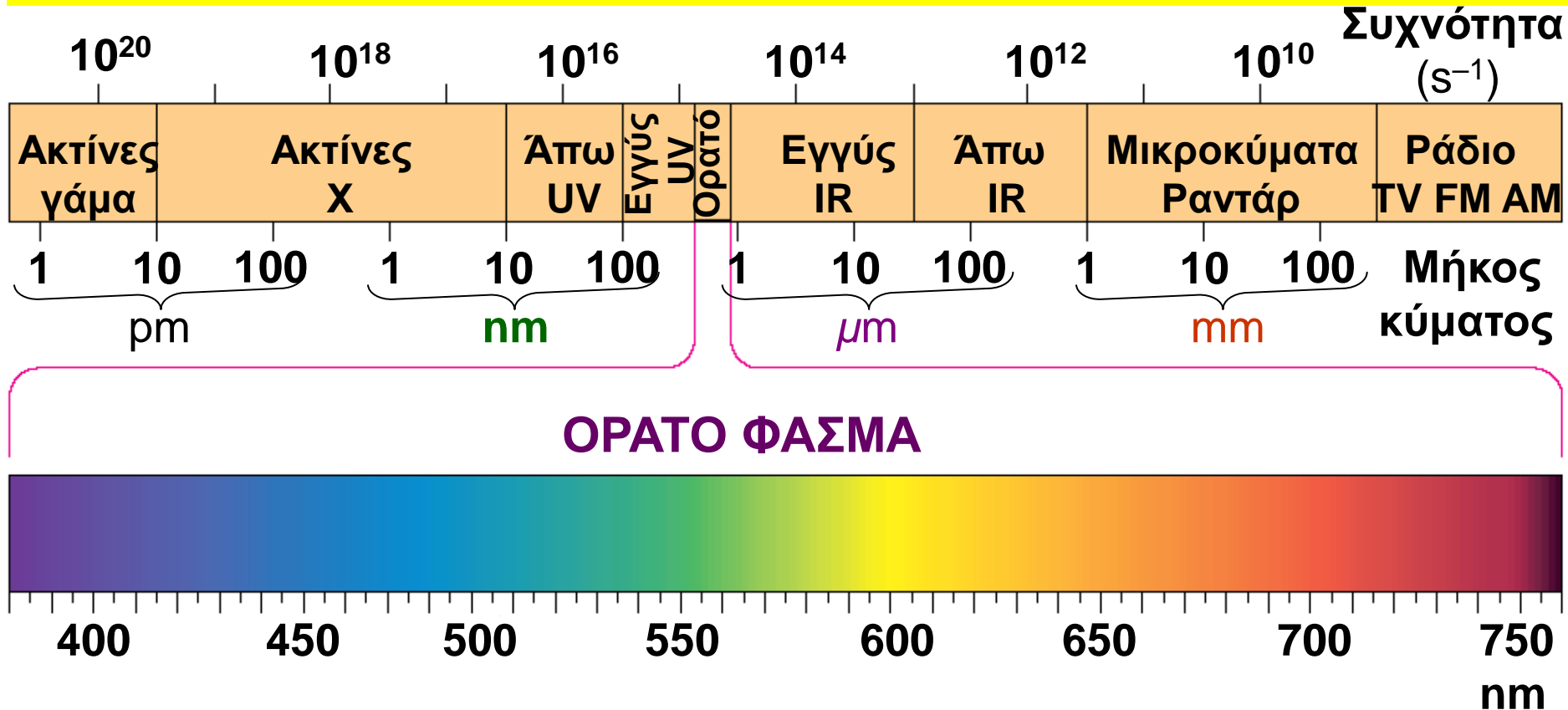
$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3,00 \times 10^8 \text{ m/s}}{4,56 \times 10^{-7} \text{ m}} = 6,578 \times 10^{14} \text{ s}^{-1} = 6,58 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$$

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.

Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα

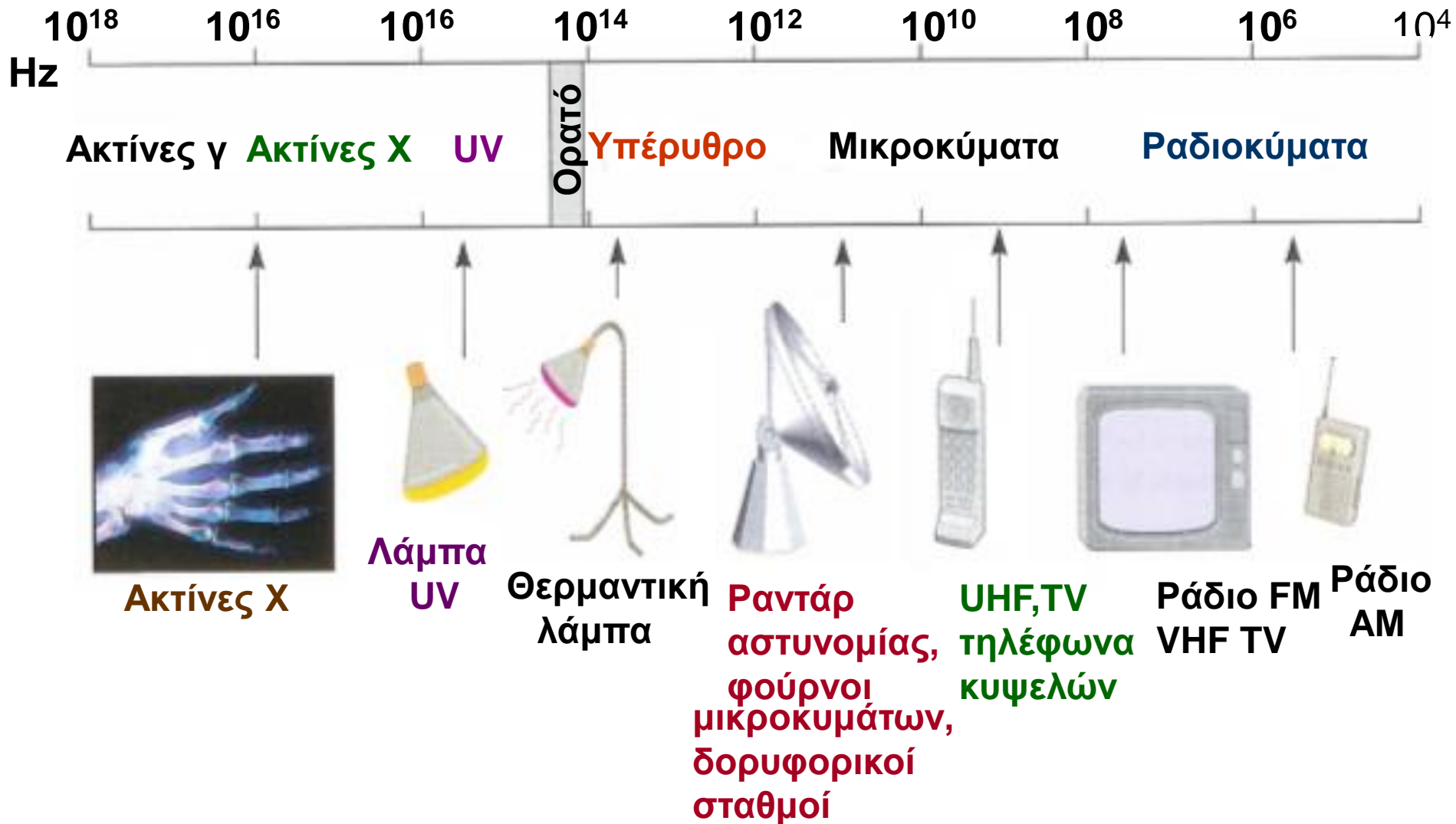
Η περιοχή ν ή λ της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας ονομάζεται ηλεκτρομαγνητικό φάσμα



Το ορατό φως αποτελεί ένα ελάχιστο τμήμα του συνολικού ηλεκτρομαγνητικού φάσματος!

Τα όρια των διαφόρων περιοχών δεν καθορίζονται επακριβώς.

Εφαρμογές των διαφόρων τύπων ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας



Εφαρμογές των διαφόρων τύπων ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας



Εισαγωγή στην κβαντική θεωρία

Θεωρίες που εξηγούν τη ΦΥΣΗ του ΦΩΤΟΣ:

Κυματική [Thomas Young (1801)] για ερμηνεία περίθλασης, ανάκλασης, ευθύγραμμης διάδοσης κ.ά. του φωτός

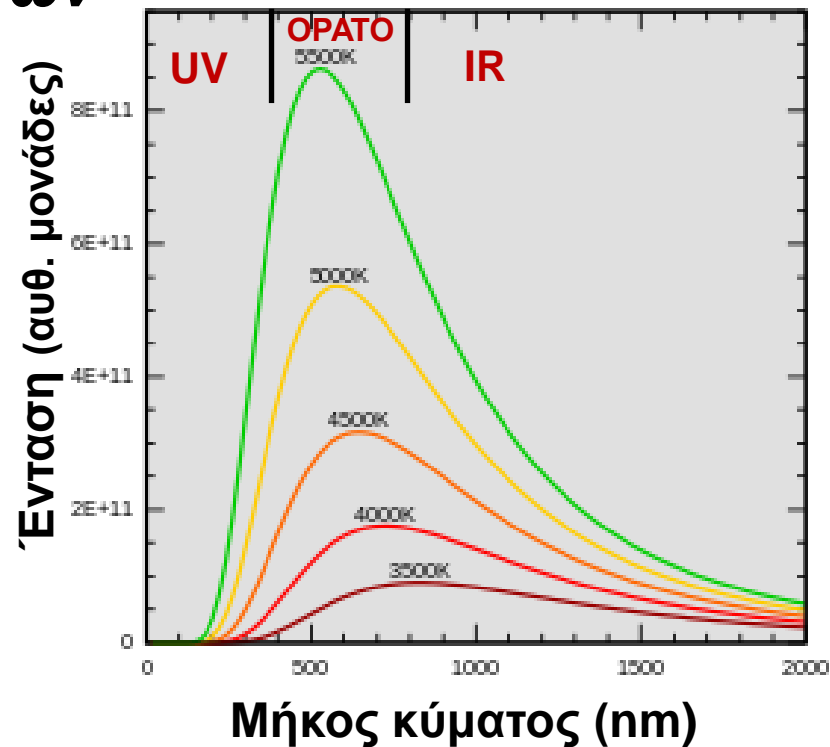
Κβαντική [Max Planck (1900)] για ερμηνεία της θερμικής ακτινοβολίας των σωμάτων



Max Planck (1858-1947)

Γερμανός Φυσικός

N.P. 1918



Φάσμα ακτινοβολίας μέλανος σώματος
(απορροφά και εκπέμπει όλες τις συχνότητες)

Εισαγωγή στην κβαντική θεωρία

Κατά την κλασική Φυσική, η ύλη μπορεί να απορροφά ή να εκπέμπει **οποιαδήποτε** ποσότητα ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας. Ποια η άποψη του Planck πάνω σ' αυτό;

Planck: η ηλεκτρομαγνητική ενέργεια εκπέμπεται ή απορροφάται από την ύλη σε **καθορισμένες** στοιχειώδεις ποσότητες, τα **κβάντα** (δηλ. $E = n \times E_{\text{κβάντου}}$).

Πόση είναι η ενέργεια ενός κβάντου κατά τον Planck;

$$E = h \nu$$

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J s (σταθερά δράσεως του Planck)}$$

Η ενέργεια εκπέμπεται ή απορροφάται σε ακέραια πολλαπλάσια του $h \nu$ ($1h \nu, 2h \nu, 3h \nu$ κ.ο.κ) \Rightarrow η ενέργεια είναι **κβαντισμένη** (έχει καθορισμένες τιμές).

Τι θα σήμαινε κβάντωση της ενέργειας ενός αυτοκινήτου;

Άσκηση 7.3

Υπολογισμός της ενέργειας ενός φωτονίου

Τα ακόλουθα μήκη κύματος είναι αντιπροσωπευτικά για τις περιοχές υπερύθρου, υπεριώδους και ακτίνων-Χ του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, αντίστοιχα:

$$1,0 \times 10^{-6} \text{ m}, \quad 1,0 \times 10^{-8} \text{ m} \quad \text{και} \quad 1,0 \times 10^{-10} \text{ m}.$$

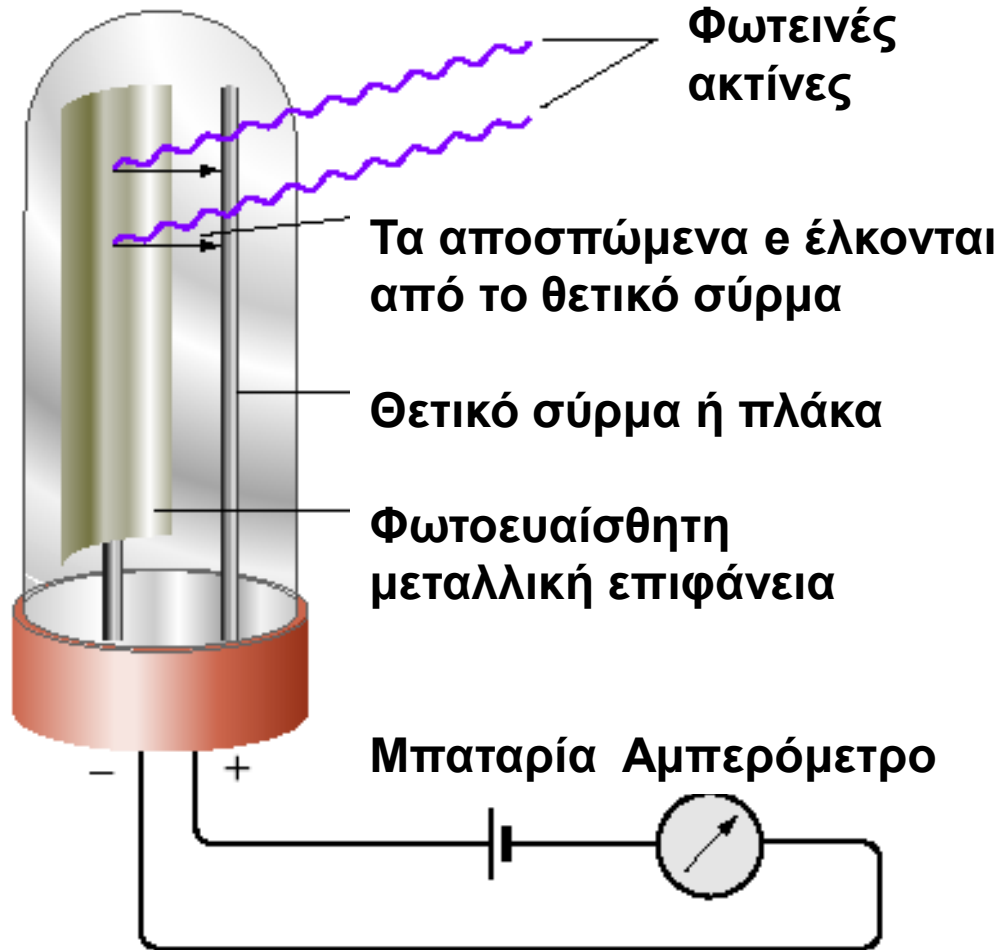
(α) Πόση είναι η ενέργεια ενός φωτονίου καθεμιάς ακτινοβολίας;

(β) Ποια ακτινοβολία έχει το μεγαλύτερο ποσό ενέργειας ανά φωτόνιο;

(γ) Ποια το λιγότερο;

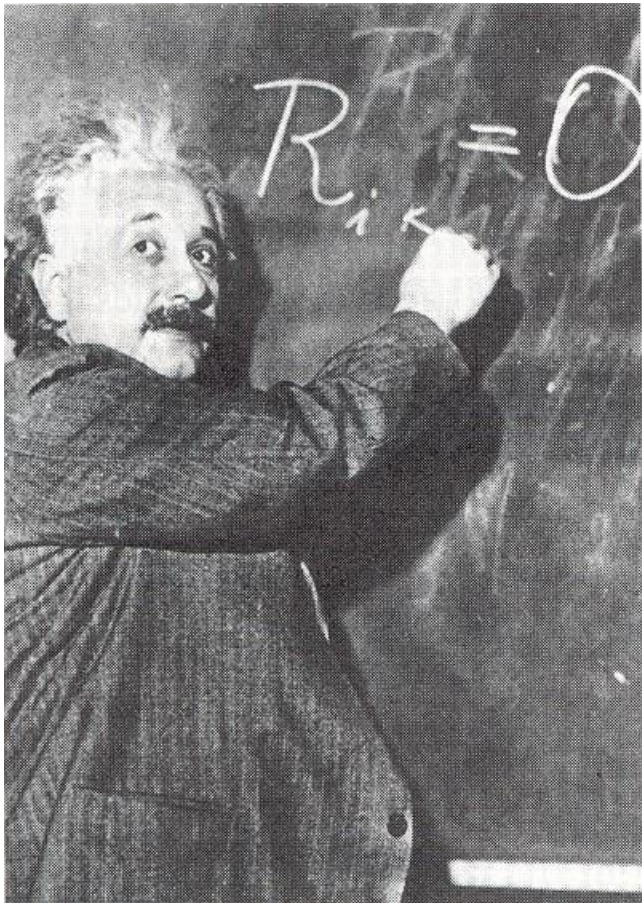


Το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο



- ✓ Φως που προσπίπτει πάνω σε μια μεταλλική επιφάνεια, προκαλεί **απόσπαση e** .
- ✓ Η μεταλλική επιφάνεια βρίσκεται μέσα σε κενωμένο σωλήνα, ο οποίος επιτρέπει στα e που αποσπώνται να επιταχύνονται προς μια **θετικά φορτισμένη πλάκα**.
- ✓ Όσο το μέταλλο φωτίζεται από φως **κατάλληλης συχνότητας**, παράγονται ελεύθερα e και έχουμε ροή **ρεύματος** μέσω του σωλήνα.
- ✓ Όταν διακοπεί ο φωτισμός του μετάλλου, **σταματά η διέλευση του ρεύματος**.

Η ερμηνεία του φωτοηλεκτρικού φαινομένου από τον Einstein



Albert Einstein (1879-1955)
Γερμανός Φυσικός
N.P. 1921

Albert Einstein:

Το φως αποτελείται από κβάντα (ή φωτόνια), δηλαδή σωματίδια (**particles of light**) των οποίων η ενέργεια E είναι ανάλογη της συχνότητας του φωτός:

$$E = h\nu$$

Το φως έχει ταυτόχρονα ιδιότητες **κύματος** και **σωματιδίου**. Μόνο του, ούτε το κύμα ούτε το σωματίδιο μπορεί να περιγράψει πλήρως το φως (δυϊσμός κύματος-σωματιδίου).

Όταν ένα φωτόνιο «κτυπά» ένα μέταλλο, η ενέργεια του $h\nu$ μεταφέρεται σε ένα ηλεκτρόνιο της μεταλλικής επιφάνειας...

Άσκηση 7.2α

Φωτοηλεκτρικό φαινόμενο: Εφαρμογές

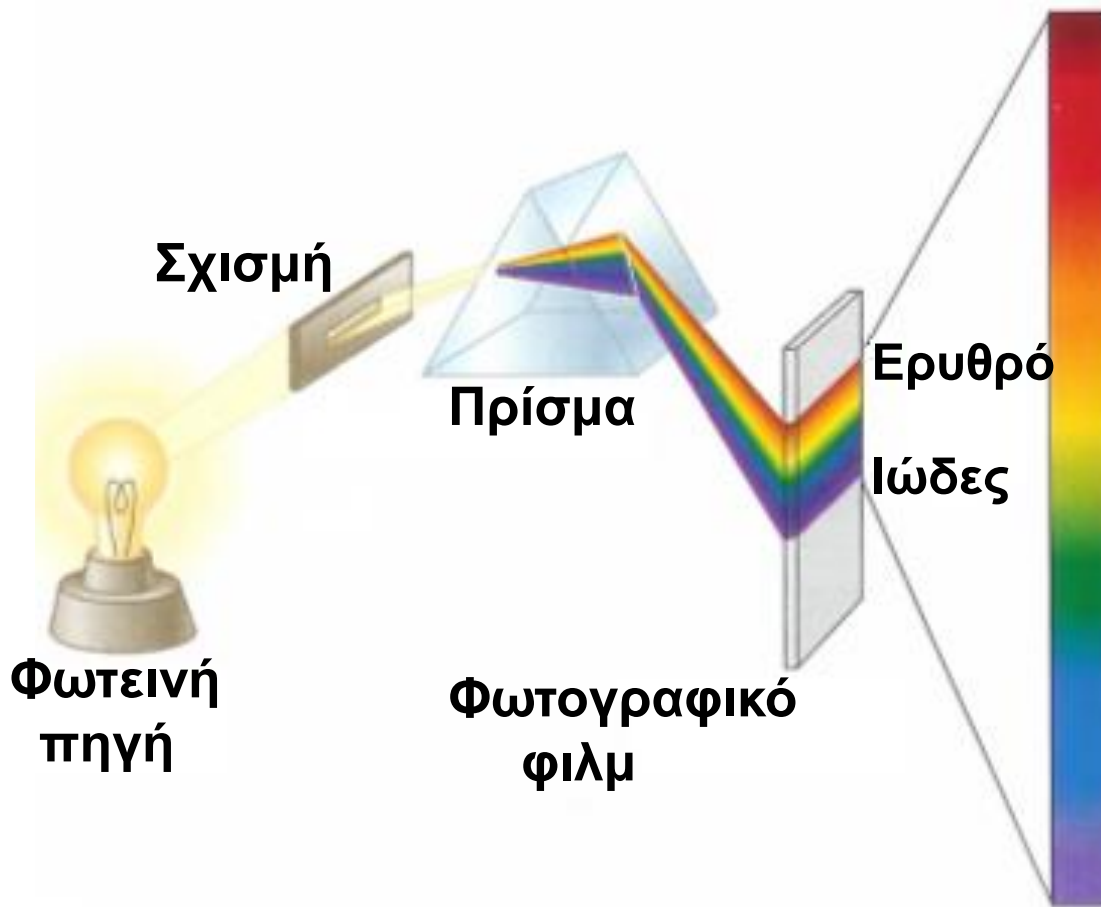
Για να αποσπασθεί ένα ηλεκτρόνιο από μια γυαλιστερή επιφάνεια ψευδαργύρου, θα πρέπει το προσπίπτον φωτόνιο να έχει ελάχιστη ενέργεια $E_{\min} = 6,94 \times 10^{-19} \text{ J}$ (*έργο εξαγωγής*).

(α) Μπορεί ένα φωτόνιο με μήκος κύματος 210 nm να προκαλέσει απόσπαση ηλεκτρονίου από ψευδάργυρο;

(β) Εάν ναι, πόση είναι η μέγιστη ενέργεια του αποσπώμενου ηλεκτρονίου;

Η θεωρία του Bohr (Ατομικά φάσματα)

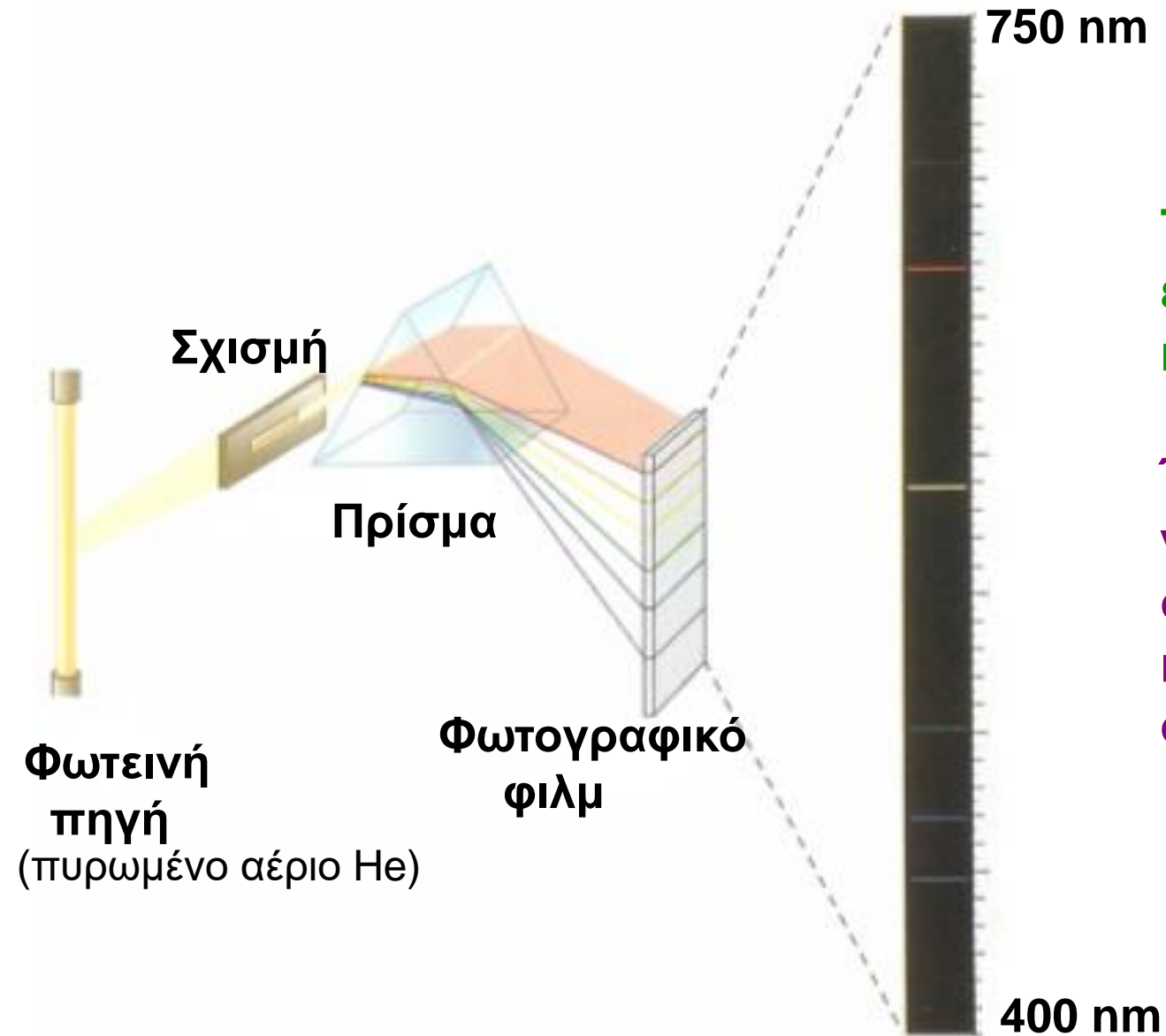
Ποιο φάσμα χαρακτηρίζουμε ως **συνεχές**;



Φάσμα ορατού
φωτός:

**πού αρχίζει
και πού
τελειώνει το
πράσινο;**

Ποιο φάσμα χαρακτηρίζεται ως γραμμικό;



Το φάσμα
εκπομπής του
ηλίου

Έξι έγχρωμες
γραμμές στην
ορατή περιοχή του
ηλεκτρομαγνητικού
φάσματος

Το συνολικό φάσμα του υδρογονατόμου

Πώς περιγράφεται το συνολικό φάσμα του υδρογονατόμου;



Εξίσωση Balmer

Σε ποια εξίσωση υπακούουν τα μήκη κύματος, λ , των γραμμών του **ορατού φάσματος** του ατόμου H;

$$\frac{1}{\lambda} = 1,097 \times 10^7 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) \text{m}^{-1}$$

$n = \text{ακέραιος} > 2$

Εξίσωση Balmer (1885)



Johann Jakob Balmer
Σουηδός Μαθηματικός
(1825-1898)

Εξίσωση Rydberg



Johannes Rydberg
Σουηδός Φυσικός
(1854-1919)

Ποια εξίσωση μετατρέπει τα μήκη κύματος των γραμμών του ορατού φάσματος του ατόμου Η σε συχνότητες;

$$\nu = cR \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) = 3,288 \times 10^{15} \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) \text{s}^{-1}$$

R = σταθερά Rydberg = $1,097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$

Εξίσωση Rydberg (1898)

Άσκηση 7.3α

Επαλήθευση της εξίσωσης Balmer

Στο ορατό φάσμα του ατόμου H :

- 1) Πόσο είναι το μήκος κύματος της πρώτης οριακής γραμμής;
- 2) Πόσο είναι το μήκος κύματος της δεύτερης οριακής γραμμής;

$$\frac{1}{\lambda} = 1,097 \times 10^7 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) \text{m}^{-1}$$

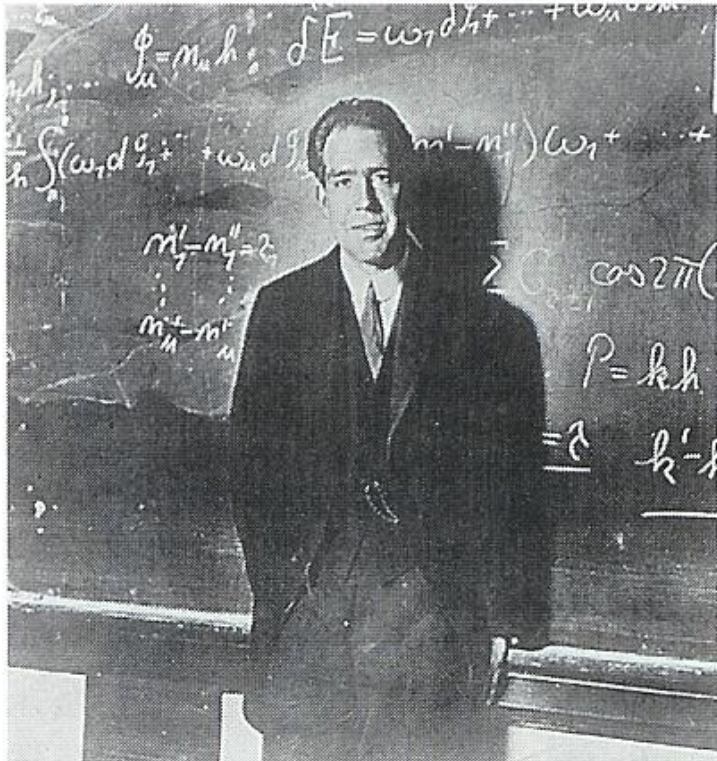
Οι γραμμές είναι τέσσερις για τις τιμές $n = 3, 4, 5, 6$
για $n = 3 \Rightarrow$

$$\frac{1}{\lambda} = 1,097 \times 10^7 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) \text{m}^{-1} = 1,097 \times 10^7 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) \text{m}^{-1}$$

\Rightarrow

$$\frac{1}{\lambda} = 0,15236 \times 10^7 \text{m}^{-1} \Rightarrow \lambda = 6,563 \times 10^{-7} \text{m} = 656,3 \text{ nm}$$

Η θεωρία του Bohr για το άτομο του υδρογόνου



Niels Bohr (1885-1962)
Δανός Φυσικός
N.P. 1922

Γιατί το ατομικό πρότυπο του Rutherford δεν μπορούσε να εξηγήσει τη σταθερότητα του ατόμου;

Ο Bohr στήριξε τη θεωρία του στα ατομικά φάσματα και, προκειμένου να ερμηνεύσει τις **γραμμές** του φάσματος του υδρογονατόμου, διατύπωσε δύο βασικές συνθήκες (**εκτός από τις κυκλικές τροχιές του e**).

Οι δύο βασικές συνθήκες του Bohr

1. Συνθήκη για τα επίπεδα ενέργειας του ηλεκτρονίου στο άτομο H

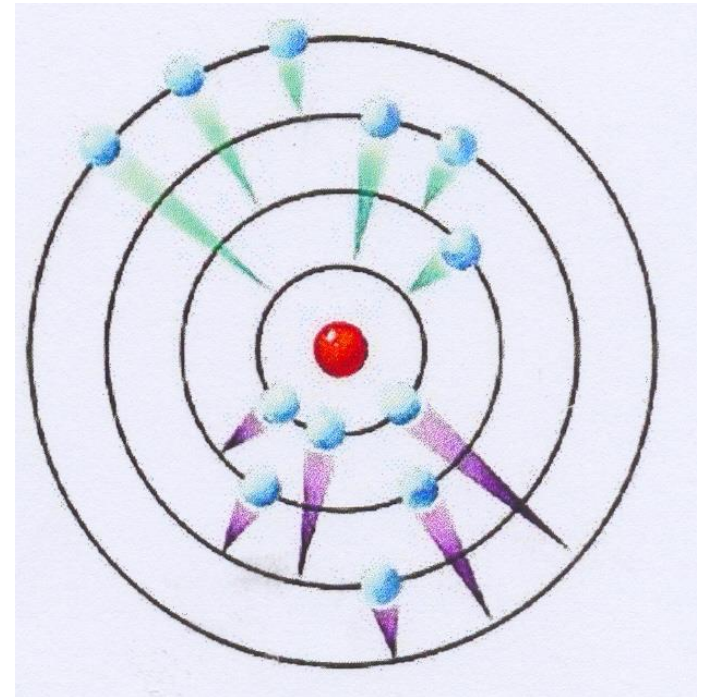
$$E = -\frac{R_H}{n^2} \quad n = 1, 2, 3, \dots \infty$$

R_H (σταθερά) = $2,179 \times 10^{-18}$ J
 n = κύριος κβαντικός αριθμός

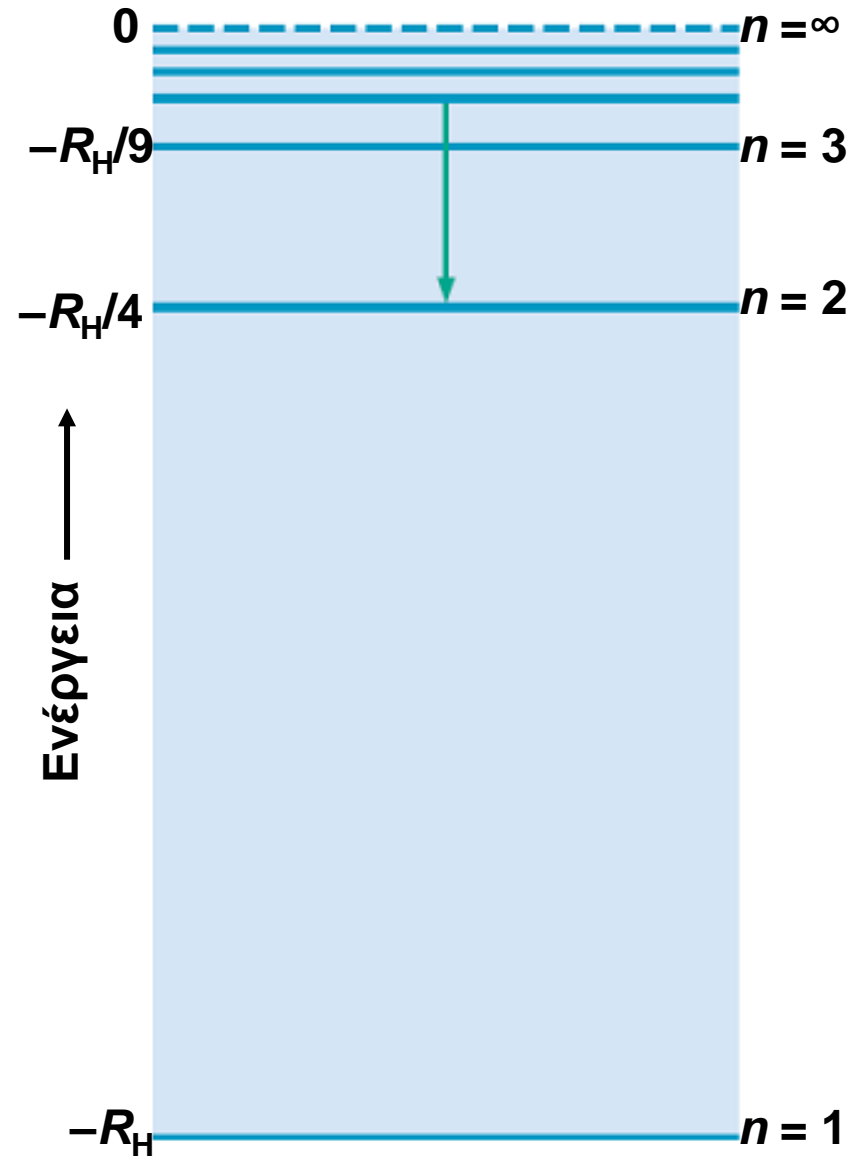
2. Συνθήκη για τις μεταπτώσεις του ηλεκτρονίου μεταξύ των επιπέδων ενέργειας στο άτομο H

Ενέργεια εκπεμπόμενου φωτονίου

$$E = E_i - E_f = h\nu$$



Οι ενέργειες για το ηλεκτρόνιο στο άτομο H (Διάγραμμα επιπέδων ενέργειας)

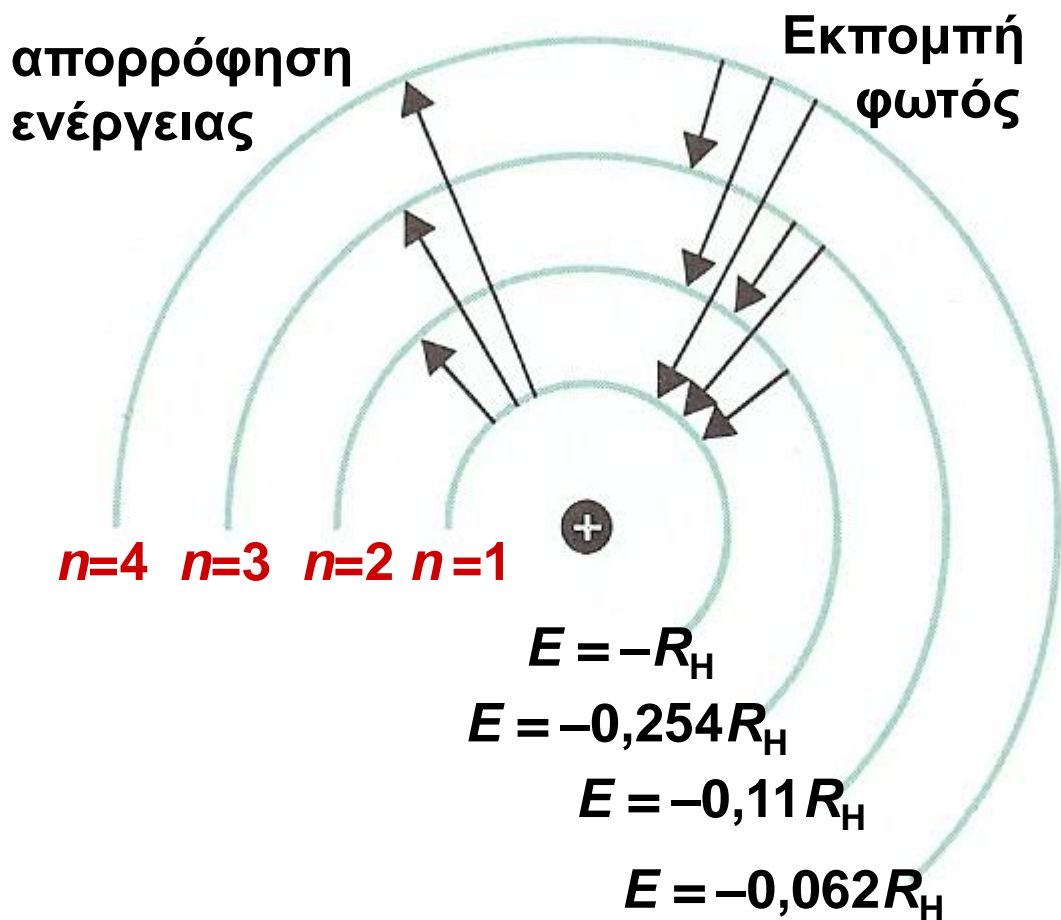


Η ενέργεια παριστάνεται στον κάθετο άξονα (σε κλασματικά πολλαπλάσια του R_H).

Το βέλος συμβολίζει μια **μετάπτωση του ηλεκτρονίου** από το επίπεδο $n = 4$ στο επίπεδο $n = 2$.

Αυτή η μετάπτωση συνοδεύεται από εκπομπή φωτός μήκους κύματος **$\lambda = 486 \text{ nm}$** .
(Για τον υπολογισμό αυτού του μήκους κύματος, βλ. Παράδειγμα 7.4.)

Οι ενέργειες για το ηλεκτρόνιο στο άτομο H (Κυκλικές τροχιές)



Απορρόφηση ενέργειας και εκπομπή φωτός από το άτομο H.

Επιτρεπόμενες τροχιές (ή ενεργειακά επίπεδα):
ακτίνα τροχιάς: $r_n = n^2\alpha_0$

Σταθερά $\alpha_0 = 53 \text{ pm}$
(ακτίνα του Bohr)

Πώς ο Bohr απέδειξε τον τύπο του Balmer:

$$\text{Συνθήκη 1} \Rightarrow E_i = -\frac{R_H}{n_i^2} \quad \text{και} \quad E_f = -\frac{R_H}{n_f^2}$$

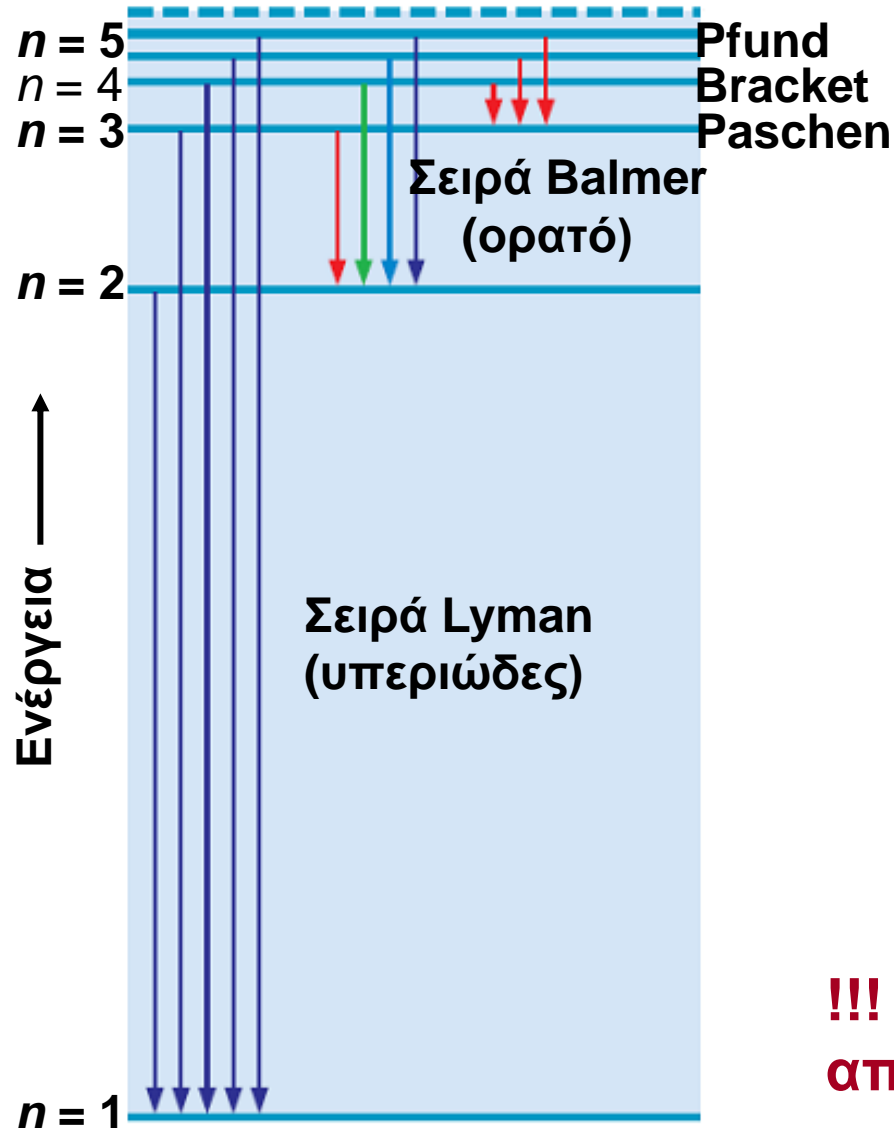
$$\text{Συνθήκη 2} \Rightarrow h\nu = E_i - E_f = \left(-\frac{R_H}{n_i^2}\right) - \left(-\frac{R_H}{n_f^2}\right) = R_H \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2}\right)$$

$$\nu = c / \lambda \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{R_H}{hc} \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2}\right)$$

$$R_H / h c = 1,097 \times 10^7 / \text{m}, n_f = 2 \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = 1,097 \times 10^7 / \text{m} \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

Εξίσωση Balmer

Πώς προκύπτουν οι σειρές Lyman, Paschen, Bracket, ... στο φάσμα του ατόμου H



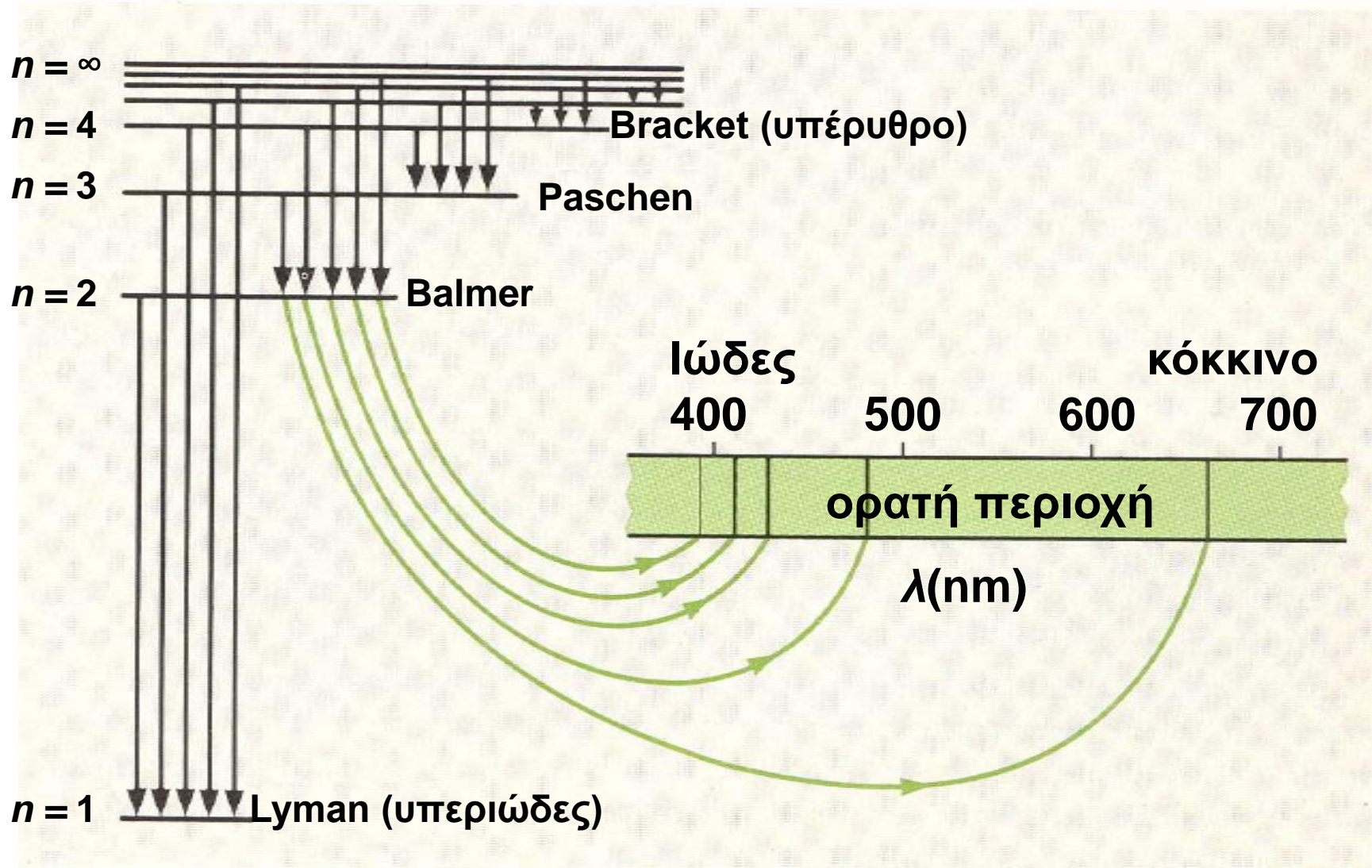
Μεταπτώσεις του ηλεκτρονίου στο υδρογόνοατομο

Το διάγραμμα δείχνει τις σειρές Lyman, Balmer και Paschen, Brackett και Pfund που αντιστοιχούν σε ηλεκτρονικές μεταπτώσεις για $n_f = 1, 2, 3, 4$ και 5 , αντίστοιχα.

$$E = -\frac{R_H}{n^2} \quad n = 1, 2, 3, \dots, \infty$$

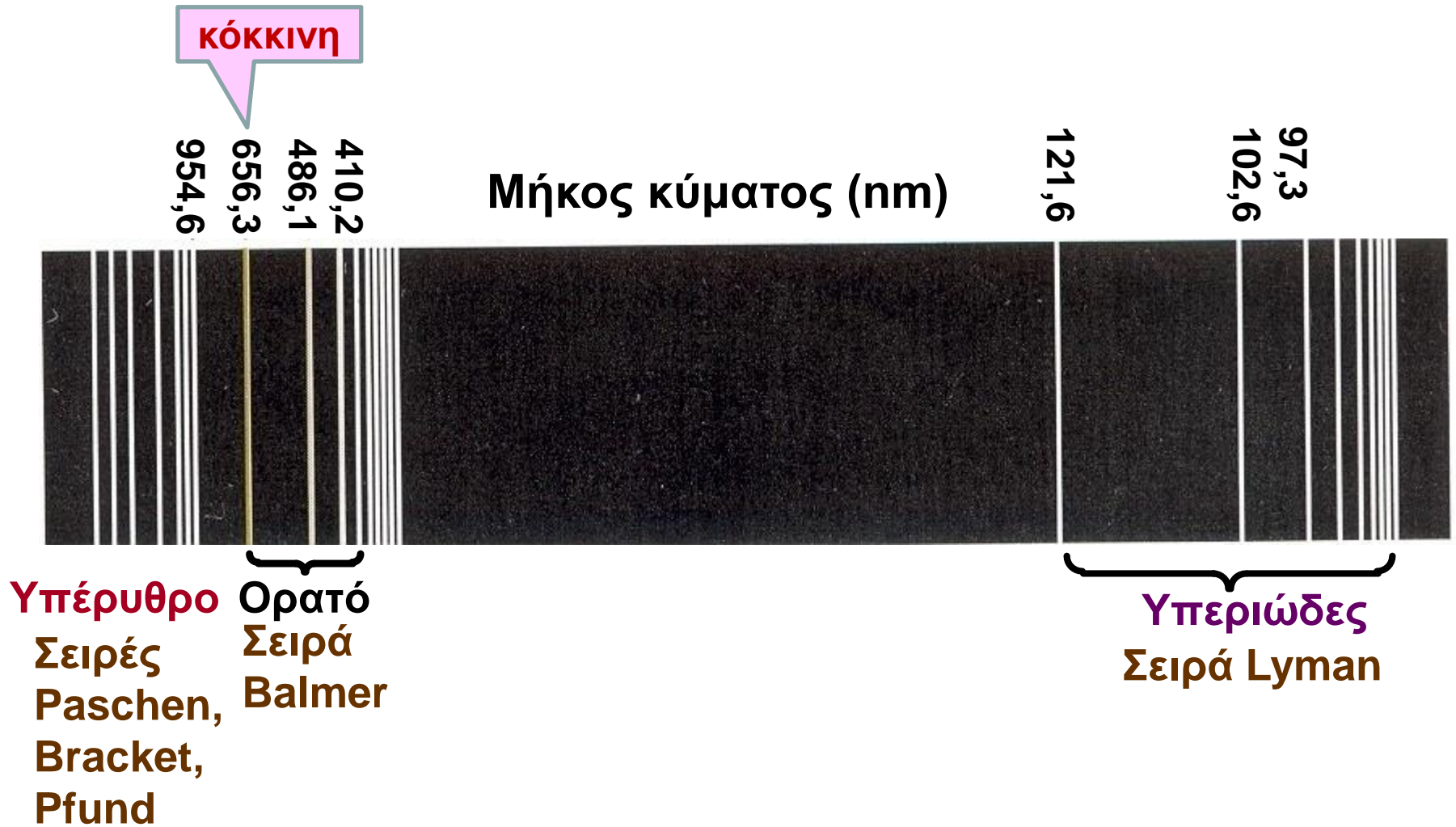
!!! Για $n = \infty \Rightarrow$ πλήρης απομάκρυνση του e (ιοντισμός)

Ερμηνεία του φάσματος του ατόμου H



Για $n = \infty \Rightarrow$ πλήρης απομάκρυνση του e (ιοντισμός)

Ερμηνεία του φάσματος του υδρογονατόμου



Άσκηση 7.4

Προσδιορισμός του μήκους κύματος ή της συχνότητας μιας μετάπτωσης του ηλεκτρονίου του ατόμου H

Υπολογίστε το μήκος κύματος του φωτός που εκπέμπεται από το υδρογόνοάτομο, όταν το ηλεκτρόνιο μεταπίπτει από το επίπεδο ενέργειας $n = 3$ στο επίπεδο $n = 1$.

