

## Γ' ΛΥΚΕΙΟΥ

### ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

1.	Γ
2.	Β
3.	Β
4.	Γ
5.	Α
6.	Α
7.	Α
8.	Β
9.	Α
10.	Β
11.	Δ
12.	Β
13.	Α
14.	Γ
15.	Γ
16.	Γ
17.	Δ
18.	Α
19.	Δ
20.	Γ

21.	Β
22.	Δ
23.	Γ
24.	Γ
25.	Β
26.	Δ
27.	Γ
28.	Γ
29.	Β
30.	Β
31.	Γ
32.	Γ
33.	Β
34.	Γ
35.	Γ
36.	Α
37.	Β
38.	Α
39.	Β
40.	Β

### Β' ΜΕΡΟΣ - ΛΥΣΕΙΣ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

1 <sup>Η</sup> ΑΣΚΗΣΗ	
1.1	Γ
1.2	Γ
1.3	Γ
1.4	Δ
1.5	Β

2 <sup>Η</sup> ΑΣΚΗΣΗ	
2.1	Γ
2.2	Β
2.3	Γ
2.4	Δ

**1<sup>η</sup> ΑΣΚΗΣΗ**

**1.1 Στο 1<sup>ο</sup> δοχείο**

mol	$H_2(g) + I_2(g) \rightleftharpoons 2HI(g)$		
αρχικά	1	1	
αντιδρούν	$\beta$	$\beta$	
παράγονται			$2\beta$
ισορροπία	$(1-\beta)$	$(1-\beta)$	$2\beta$

$$K_{c1} = \frac{[HI]^2}{[H_2] \cdot [I_2]} = \frac{\left(\frac{2\beta}{V}\right)^2}{\left(\frac{1-\beta}{V}\right) \cdot \left(\frac{1-\beta}{V}\right)} = \left(\frac{2\beta}{1-\beta}\right)^2 \quad (1)$$

**Στο 2<sup>ο</sup> δοχείο**

mol	$2HI(g) \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g)$		
αρχικά	2		
αντιδρούν	$2\gamma$		
παράγονται		$\gamma$	$\gamma$
ισορροπία	$(2-2\gamma)$	$\gamma$	$\gamma$

$$K_{c2} = \frac{[H_2] \cdot [I_2]}{[HI]^2} = \frac{\left(\frac{\gamma}{V}\right) \cdot \left(\frac{\gamma}{V}\right)}{\left(\frac{2-2\gamma}{V}\right)^2} = \left(\frac{\gamma}{2-2\gamma}\right)^2 \quad (2)$$

Η θερμοκρασία είναι ίδια και στα δύο δοχεία οπότε, για τις ισορροπίες αυτές ισχύει ότι:

$K_{c1} = \frac{1}{K_{c2}}$ . Από τις σχέσεις (1) και (2) προκύπτει ότι  $\left(\frac{2\beta}{1-\beta}\right)^2 = \left(\frac{2-2\gamma}{\gamma}\right)^2$ . Επειδή η σταθερά χημικής ισορροπίας είναι ένα πηλίκο συγκεντρώσεων είναι υποχρεωτικά θετικός αριθμός. Οπότε η προηγούμενη σχέση γίνεται:

$$\frac{2\beta}{1-\beta} = \frac{2-2\gamma}{\gamma} \Rightarrow 2\beta\gamma = 2-2\gamma-2\beta+2\beta\gamma \Rightarrow \gamma = 1-\beta \quad (3)$$

Συνεπώς υπάρχει η ίδια σύσταση ισορροπίας και στα δύο δοχεία.

**Άρα σωστή απάντηση είναι η Γ. (μονάδες 5)**

**1.2**

**Στο διάλυμα NH<sub>3</sub> (Δ<sub>1</sub>)**

M	$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$		
ισορροπία	$c-x$	$x$	$x$

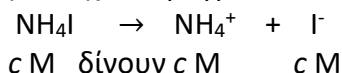
$$[OH^-] = x \text{ και } [H_3O^+] = \omega \text{ οπότε } x = \frac{10^{-14}}{\omega} \quad (1) \text{ και } K_{b(NH_3)} = \frac{x^2}{c} \quad (2)$$

Πραγματοποιείται εξουδετέρωση της NH<sub>3</sub> με το HI. Ισχύει ότι  $n_{NH_3} = n_{HI} = c \cdot V$

mol	$NH_3 + HI \rightarrow NH_4I$		
αρχικά	$c \cdot V$	$c \cdot V$	
αντιδρούν	$c \cdot V$	$c \cdot V$	
παράγονται			$c \cdot V$
τελικά	-	-	$c \cdot V$

Η συγκέντρωση του παραγόμενου  $\text{NH}_4\text{I}$  υπολογίζεται από τον τύπο:  $[\text{NH}_4\text{I}] = \frac{n}{V} = \frac{c \cdot V}{V} = c \text{ M}$

Στη συνέχεια πραγματοποιείται η διάσταση του άλατος  $\text{NH}_4\text{I}$  σύμφωνα με την εξίσωση:



Τα ιόντα  $\text{NH}_4^+$  αντιδρούν με το νερό καθώς προέρχονται από ασθενή βάση, ενώ τα ιόντα  $\text{I}^-$  δεν αντιδρούν με το νερό καθώς προέρχονται από ισχυρό οξύ.

M	$\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$
ισορροπία	$c - \gamma \quad \quad \quad \gamma \quad \quad \gamma$

$$K_{a(\text{NH}_4^+)} = \frac{\gamma^2}{c} \quad (3)$$

Από τις σχέσεις (2) και (3)  $K_{a(\text{NH}_4^+)} \cdot K_{b(\text{NH}_3)} = K_w \Rightarrow 10^{-14} = \frac{x^2 \cdot y^2}{c^2} \Rightarrow 10^{-7} = \frac{x \cdot y}{c}$

και λόγω της (1) έχουμε:  $10^{-7} = \frac{10^{-14} \cdot y}{\omega \cdot c} \Rightarrow \frac{\omega}{y} = \frac{10^{-7}}{c}$

Λογαριθμώντας έχουμε:  $\log\left(\frac{\omega}{y}\right) = \log\left(\frac{10^{-7}}{c}\right) \Rightarrow \log\omega - \log y = \log 10^{-7} - \log c \Rightarrow$

$$\Rightarrow -\text{pH}_{\text{αρχ}} + \text{pH}_{\text{τελ}} = \Delta\text{pH}_1 = -7 - \log c$$

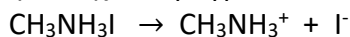
Στο διάλυμα  $\text{CH}_3\text{NH}_2$  ( $\Delta_2$ )

Στο αρχικό διάλυμα αποκαθίσταται η ισορροπία:  $\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{NH}_3^+ + \text{OH}^-$

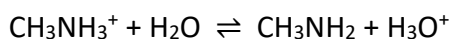
Η αντίδραση εξουδετέρωσης της  $\text{CH}_3\text{NH}_2$  από το HI περιγράφεται από τη χημική εξίσωση:



Στη συνέχεια πραγματοποιείται η διάσταση του άλατος  $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{I}$  σύμφωνα με την εξίσωση:



Τα ιόντα  $\text{CH}_3\text{NH}_3^+$  αντιδρούν με το νερό καθώς προέρχονται από ασθενή βάση, ενώ τα ιόντα  $\text{I}^-$  δεν αντιδρούν με το νερό καθώς προέρχονται από ισχυρό οξύ.



Αν εργαστούμε με τον ίδιο τρόπο όπως και στο διάλυμα ( $\Delta_1$ ) καταλήγουμε πάλι στη σχέση:

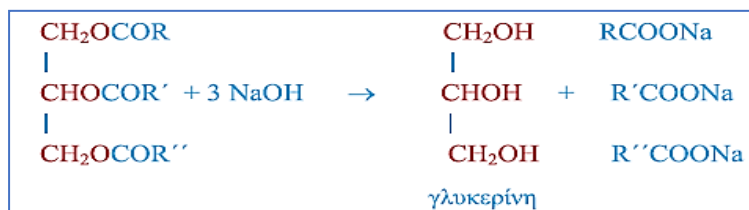
$$\Delta\text{pH}_2 = -7 - \log c$$

$$\text{Άρα } \Delta\text{pH}_1 = \Delta\text{pH}_2 = -7 - \log c$$

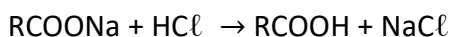
**Άρα σωστή απάντηση είναι η Γ. (μονάδες 7)**

### 1.3

Από την αντίδραση υδρόλυσης του τριγλυκεριδίου σε αλκαλικό περιβάλλον παράγεται γλυκερίνη και άλατα με Na μονοκαρβοξυλικών οξέων σύμφωνα με την παρακάτω εξίσωση:



Όταν προσθέσουμε HCl στο μίγμα που προκύπτει από την αντίδραση της υδρόλυσης, τότε πραγματοποιούνται αντιδράσεις με τα άλατα σύμφωνα με την παρακάτω εξίσωση:



Οπότε, τα μονοκαρβοξυλικά οξέα που προκύπτουν ταυτοποιούνται με τη μέθοδο TLC από τον υπολογισμό των παραγόντων συγκράτησής τους  $R_f$ .

Για την ουσία 2 ισχύει ότι:  $R_{f(2)} = \frac{\alpha_2}{\beta} = \frac{5}{8} = 0,625$ . Οπότε, πρόκειται για το **ελαϊκό οξύ**.

Για την ουσία 3 ισχύει ότι:  $R_{f(3)} = \frac{\alpha_3}{\beta} = \frac{3,5}{8} = 0,4375$ . Οπότε, πρόκειται για τη **γλυκερίνη**.

**Άρα σωστή απάντηση είναι η Γ. (μονάδες 3)**

#### 1.4

Αν και τα 3 μονοκαρβοξυλικά οξέα ήταν διαφορετικά, τότε θα έπρεπε να υπάρχουν 4 κηλίδες ουσίας στην πλάκα TLC. Όμως, από την εικόνα 4 παρατηρούμε ότι υπάρχουν μόνο 3 κηλίδες δηλαδή τρεις μόνο διαφορετικές ουσίες. Η μία είναι της γλυκερίνης και οι υπόλοιπες 2 θα είναι από τα μονοκαρβοξυλικά οξέα. Το ένα από αυτά (από τον αρχικό υπολογισμό των  $R_f$ ) είναι το ελαϊκό οξύ. Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι κάποιο οξύ πρέπει να εμφανίζεται δύο φορές.

Η διερεύνηση μπορεί να πραγματοποιηθεί και από τον συνολικό αριθμό ατόμων άνθρακα που έχει η γλυκερίνη και τα οργανικά οξέα. Δηλαδή πρέπει να ισχύει ότι:

άτομα άνθρακα [γλυκερίνης +  $x \cdot$ (ελαϊκού οξέος) +  $y \cdot$ (άλλου οργανικού οξέος)] = άτομα άνθρακα  
τριγλυκεριδίου.

Από τους δυνατούς συνδυασμούς των μονοκαρβοξυλικών οξέων - και τις απαντήσεις οι οποίες δίνονται - προκύπτει ότι υπάρχει ένα ελαϊκό οξύ και δύο μυριστικά οξέα.

Σύνολο ατόμων άνθρακα  $3 + 18 + 2 \cdot 14 = 49$ . Σύμφωνα με την αντίδραση υδρόλυσης του τριγλυκεριδίου προκύπτει ότι ο μοριακός τύπος του τριγλυκεριδίου (A) είναι  $\text{C}_{49}\text{H}_{92}\text{O}_6$

**Άρα σωστή απάντηση είναι η Δ. (μονάδες 4)**

#### 1.5

Από τον παράγοντα συγκράτησης  $R_f$  του μυριστικού οξέος προκύπτει ότι:

$$R_{f(1)} = \frac{\alpha_1}{\beta} \Rightarrow \alpha_1 = R_{f(1)} \cdot \beta = 0,875 \cdot 8 = 7 \text{ cm.}$$

**Άρα σωστή απάντηση είναι η Β. (μονάδες 1)**

## 2<sup>η</sup> ΑΣΚΗΣΗ

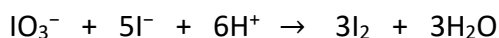
### 2.1

Από τη σχέση  $n = c \cdot V$  υπολογίζουμε:

$$n_{\text{KIO}_3} = 1,20 \cdot 10^{-3} \cdot 40,0 \cdot 10^{-3} = 4,80 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

$$n_{\text{KI}} = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 60 \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

Χρησιμοποιώντας τη μέθοδο μεταβολής του αριθμού οξειδωσης, ισοσταθμίζουμε τη χημική εξίσωση.



1 mol  $\text{KIO}_3$  καταναλώνει 5 mol KI

$4,80 \cdot 10^{-5}$  mol  $\text{KIO}_3$  καταναλώνουν x; mol KI

$$\Rightarrow x = 2,40 \cdot 10^{-4} \text{ mol} < 3 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

Άρα το KI περισεύει και η ποσότητα του  $\text{I}_2$  θα υπολογιστεί με βάση το  $\text{KIO}_3$ .

1 mol  $\text{KIO}_3$  παράγει 3 mol  $\text{I}_2$

$4,80 \cdot 10^{-5}$  mol  $\text{KIO}_3$  παράγουν x; mol  $\text{I}_2$

$$\Rightarrow x = 14,4 \cdot 10^{-5} = 1,44 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

mol	$\text{IO}_3^-$	+ $5\text{I}^-$	+ $6\text{H}^+$	$\longrightarrow$	$3\text{I}_2$	+ $3\text{H}_2\text{O}$
αρχικά	$4,80 \cdot 10^{-5}$	$30 \cdot 10^{-5}$			-	-
αντιδρούν	$4,80 \cdot 10^{-5}$	$24 \cdot 10^{-5}$			-	-
παράγονται	-	-			$14,4 \cdot 10^{-5}$	$14,4 \cdot 10^{-5}$
τελικά	-	$6 \cdot 10^{-5}$			$14,4 \cdot 10^{-5}$	$14,4 \cdot 10^{-5}$

Άρα σωστή απάντηση είναι η Γ. (μονάδες 3)

## 2.2

Αρχικά υπολογίζουμε τη συγκέντρωση του πρότυπου διαλύματος.

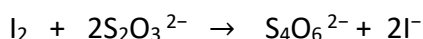
$$n_{(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = \frac{m}{M_r} = \frac{0,620}{248} = 2,50 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \quad c = \frac{n}{V} = \frac{2,50 \cdot 10^{-3}}{0,250} = 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ M}$$

Ο όγκος του πρότυπου διαλύματος που καταναλώθηκε σε κάθε ογκομέτρηση, προκύπτει από την αφαίρεση των ενδείξεων της προχοϊδας.

$$V_1 = 14,9 \text{ mL} \quad \text{και} \quad V_2 = 30,7 - 16,0 = 14,7 \text{ mL}$$

$$\text{Μέσος όρος όγκου } V_\mu = \frac{V_1 + V_2}{2} = 14,8 \text{ mL}$$

$$n_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} = c \cdot V_\mu = 1,00 \cdot 10^{-2} \cdot 14,8 \cdot 10^{-3} = 14,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

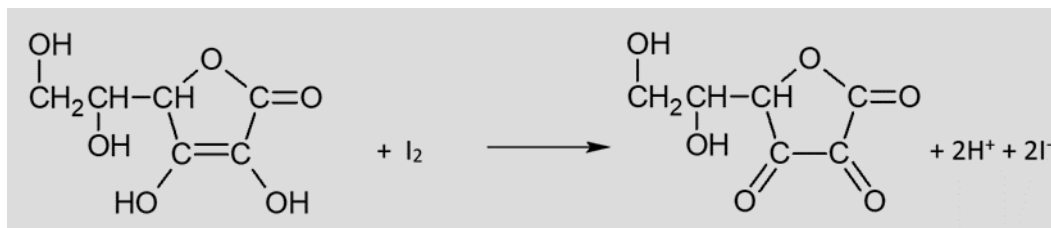


2 mol  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  καταναλώνουν 1 mol  $\text{I}_2$

$14,8 \cdot 10^{-5}$  mol  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  καταναλώνουν γ; mol  $\text{I}_2$       Οπότε,  $\gamma = 7,40 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$

Η παραπάνω ποσότητα του  $I_2$  είναι αυτή που περίσσεψε από την αντίδραση με τη βιταμίνη C και στη συνέχεια αντέδρασε με το θειοθειικό νάτριο. Για το  $I_2$  κατά την αντίδραση του με τη βιταμίνη C, ισχύει:

$$n_{\text{αρχ.}} = n_{\text{αντ.}} + n_{\text{περισ.}} \Rightarrow n_{\text{αντ.}} = 14,4 \cdot 10^{-5} - 7,40 \cdot 10^{-5} = 7,00 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$



Επειδή η στοιχειομετρική αναλογία μεταξύ ασκορβικού οξέος (βιταμίνης C) και ιωδίου είναι 1:1 προκύπτει ότι  $n_{\text{βιτ. c}} = 7,00 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$  για 20 mL χυμού φρούτου.

Συνεπώς, στα 100 mL χυμού φρούτου  $n_{\text{βιτ. c}} = 5 \cdot 7,00 \cdot 10^{-5} = 35,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$

Ο μοριακός τύπος του ασκορβικού οξέος είναι  $C_6H_8O_6$  με  $M_r = 176$

$$m_{\text{βιτ. c}} = n \cdot M_r = 35,0 \cdot 10^{-5} \cdot 176 = 61,6 \cdot 10^{-3} \text{ g} = 61,6 \text{ mg}$$

**Άρα σωστή απάντηση είναι η Β. (μονάδες 6)**

### 2.3.

Η ποσότητα του  $I_2$  πριν την ογκομέτρηση είναι αυτή που περίσσεψε από την αντίδραση με τη βιταμίνη C. Άρα  $n_{I_2} = 7,40 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$

Για το  $I^-$  υπάρχει ποσότητα από πριν (πίνακας mol στην απάντηση 2.1). Επιπλέον παράχθηκε ποσότητα από την αντίδραση μεταξύ βιταμίνης C και  $I_2$  η οποία είναι  $n' = 2 \cdot n_{\text{βιτ. c}} = 14,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$  (1:2 αναλογία mol).

$$n_{I^-(\text{ολ.})} = 6 \cdot 10^{-5} + 14,0 \cdot 10^{-5} = 20,0 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

mol	$I_2$	+ $I^-$	$\rightleftharpoons$	$I_3^-$
αρχικά	$7,40 \cdot 10^{-5}$	$20,0 \cdot 10^{-5}$		
αντιδρούν	z	z		-
παράγονται	-	-		z
ισορροπία	$7,40 \cdot 10^{-5} - z$	$20,0 \cdot 10^{-5} - z$		z

Από τη σχέση  $m = n \cdot M_r$  βρίσκουμε (στην ισορροπία):

$$m_{I_2} = (7,40 \cdot 10^{-5} - z) \cdot 254 \quad m_{I^-} = (20,0 \cdot 10^{-5} - z) \cdot 127 \quad m_{I_3^-} = z \cdot 381$$

$$m_{\text{ολ.}} = m_{I_2} + m_{I^-} + m_{I_3^-} = 4,42 \cdot 10^{-2} \text{ g}$$

Αφού η περιεκτικότητα του μείγματος στην ισορροπία είναι 47% w/w σε  $I^-$  ισχύει:

$$\frac{m_{I^-}}{m_{\text{ολ.}}} = \frac{47}{100} \Rightarrow (20,0 \cdot 10^{-5} - z) \cdot 127 \cdot 100 = 4,42 \cdot 10^{-2} \cdot 47 \Rightarrow 20,0 \cdot 10^{-5} - z = 16,4 \cdot 10^{-5} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow z = 3,60 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

$$\text{Οπότε } n_{I_2} = 7,40 \cdot 10^{-5} - z = 3,80 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

$$n_{I^-} = 20,0 \cdot 10^{-5} - z = 16,4 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

$$n_{I_3^-} = z = 3,60 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

Ο όγκος του διαλύματος στην κωνική φιάλη πριν την ογκομέτρηση είναι:

$$V = 40 + 60 + 20 = 120 \text{ mL} = 120 \cdot 10^{-3} \text{ L}$$

$$K_c = \frac{[I_3^-]}{[I_2] \cdot [I^-]} = \frac{3,60 \cdot 10^{-5} / V}{(3,80 \cdot 10^{-5} / V) \cdot (16,4 \cdot 10^{-5} / V)} = \frac{3,60 \cdot 120 \cdot 10^{-3}}{3,80 \cdot 16,4 \cdot 10^{-5}} = 693,2$$

Δηλαδή  $K_c \approx 693$

**Άρα σωστή απάντηση είναι η Γ. (μονάδες 5)**

## 2.4

Έστω ότι προσθέτουμε στο μίγμα  $n$  mol  $\text{CH}_3\text{OH}$ . Πραγματοποιούνται οι δύο ισορροπίες που παρουσιάζονται παρακάτω:

1<sup>η</sup> ισορροπία

mol	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{OH} \xrightleftharpoons{\text{H}^+} \text{CH}_3\text{COOCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$	
αρχικά	6	$n$
αντιδρούν	$x$	$x$
παράγονται		$x$ $x$
ισορροπία	$6-x$	$n-x$ $x$ $x$

2<sup>η</sup> ισορροπία

mol	$\text{HCOOH} + \text{CH}_3\text{OH} \xrightleftharpoons{\text{H}^+} \text{HCOOCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$	
αρχικά	4	$n-x$
αντιδρούν	$\psi$	$\psi$
παράγονται		$\psi$ $\psi$
ισορροπία	$4-\psi$	$n-(x+\psi)$ $\psi$ $\psi$

Εφόσον παράγονται συνολικά 5 mol εστέρων προκύπτει η σχέση:  $x+\psi=5$  ①

Μεταξύ των σταθερών χημικής ισορροπίας της αντίδρασης εστεροποίησης και της υδρόλυσης του εστέρα ισχύει ότι:  $K_c(\text{εστεροποίησης}) = \frac{1}{K_c(\text{υδρόλυσης εστέρα})} = \frac{1}{0,25} = 4$

$$\text{Για την 1}^{\text{η}} \text{ ισορροπία ισχύει ότι: } K_{c(\text{εστ})} = \frac{x \cdot (x+\psi)}{(6-x) \cdot [n-(x+\psi)]} = \frac{x \cdot 5}{(6-x) \cdot (n-5)} \quad \text{②}$$

$$\text{Για τη 2}^{\text{η}} \text{ ισορροπία ισχύει ότι: } K_{c(\text{εστ})} = \frac{\psi \cdot (x+\psi)}{(4-\psi) \cdot [n-(x+\psi)]} = \frac{\psi \cdot 5}{(4-\psi) \cdot (n-5)} \quad \text{③}$$

Από ② και ③ προκύπτει ότι  $x = 1,5 \cdot \psi$  και από την ①  $x = 3$  και  $\psi = 2$

Με αντικατάσταση στην ②, προκύπτει ότι  $n=6,25$  mol

**Άρα σωστή απάντηση είναι η Δ. (μονάδες 6)**