

## Számolási feladatok

1. Egy 200 bázispárt tartalmazó DNS szakasról megállapították, hogy az egyik számban 30 db A és 40 db T bázis, a másik számban pedig 40 db C bázis van. *Mekkora az egyes bázisok %-os aránya?*

- Összesen 400 db bázis van,
- amiben 30 + 40 A, ugyanennyi T,
- tehát  $A = 70/400 = 0,175 \times 100 = \underline{17,5 \%}$
- $T = 70/400 = 0,175 \rightarrow \underline{17,5 \%}$
- összesen 35 %, a maradék a G + C = 65 %
- $65/2 = \underline{32,5 \%}$  G és ugyanennyi C

2. A DNS-molekula egy szakasza 850 nukleotidpárból áll. Ezen a szakaszon a citozin a bázisok összmennyiségének 22%-át teszi ki. *Határozza meg, hogy az adott DNS molekula- szakaszban hány db citozin, guanin, timin és adenin található!*

- 850 nukleotidpár: 1700 db nukleotid,
- $1700 \times 0,22 = \underline{374 \text{ db citozin}}$ , s ugyanennyi guanin,
- $1700 - (2 \times 374) = 952$ , ennyi timin és adenin együtt,
- ennek fele-fele az adenin s a timin: 476-476 db.

3. *Mekkora a glükóz biológiai oxidációjának hatásfoka, ha tudjuk, hogy 1 mól glükóz teljes elégetésekor 2822 KJ energia szabadul fel? Az ATP hidrolízis energiája – 30 KJ/mol.*

- A biológiai oxidáció során 38 mol ATP keletkezik.
- $38 \times (-30) \text{ KJ/mol} = -1140 \text{ KJ}$  energia konzerválódik.
- $-1140/-2822 = 0,404 \cdot 100 = \underline{40,4 \%}$  a hatásfok.

4. A fotoszintézis során egy növény bizonyos idő alatt 2,2 g szén-dioxidot köt meg.  
a. *Mekkora tömegű glükóz jöhetett létre?*

- $6 \text{ H}_2\text{O} + 6 \text{ CO}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$
- ha  $6 \times 44 \text{ g CO}_2$ -ből lesz 180 g glükóz, akkor  
2,2 g-ból  $\rightarrow x = \underline{1,5 \text{ g}}$

b. *Hány  $\text{cm}^3$  oxigén keletkezett? (A gázok moláris térfogata  $24 \text{ dm}^3/\text{mol}$ .)*

- 180 g glükóz képződésekor keletkezik  $6 \times 24 \text{ dm}^3$  oxigén gáz
- 1,5 g glükóz képződésekor keletkezik  $x = 1,2 \text{ dm}^3 = \underline{1200 \text{ cm}^3}$  oxigén gáz.

5. *4,5 g glükóz biológiai oxidációja során hány mol ATP keletkezik?*

- 180 g glükóz esetén 38 mol ATP
- 4,5 g glükóz esetén  $x = \underline{0,95 \text{ mol}}$  ATP

6. 0,033 V% szén-dioxid koncentráció mellett a fotoszintézis által megkötött CO<sub>2</sub> mennyisége 0,4 mmol/perc. *Hány gramm glükóz keletkezik 1 nap alatt?*

- Ha percenként 0,4 mmol CO<sub>2</sub> kötődik meg, akkor 1 nap alatt  $0,4 \times 60 \times 24 = 576$  mmol = 0,576 mol
- $6 \text{ H}_2\text{O} + 6 \text{ CO}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$
- ha 6 mol CO<sub>2</sub>-ből lesz 180 g glükóz, akkor  
0,576-ból  $\rightarrow x = \underline{17,28 \text{ g}}$

*Hány g keményítő képződhet a fenti mennyiségű glükózból?*

- 180 g glükózból 162 g keményítő képződik (minden glükóz belépésekor 1 molekula víz kilép (kondenzáció).
  - Akkor 17,28 g glükózból  $17,28 \times 162/180 = \underline{15,552 \text{ g}}$  keményítő képződhet.
7. Mért akarjuk egy zöldmoszat gázcseréjének sebességét. Ezért két (A és B), egyformán 10 dm<sup>3</sup>-es zárt üvegedényt teleengedünk folyóvízzel. Mindegyikben meghatározzuk az O<sub>2</sub> és az összes CO<sub>2</sub> koncentrációját, és az alábbi adatokat kapjuk:

0. nap	Gázkoncentrációk (g/100 g víz)	
	A edény	B edény
O <sub>2</sub>	0,0032	0,0032
CO <sub>2</sub>	0,176	0,176

Ezt követően mindkét edénybe azonos tömegű békanyál nevű zöldmoszatot helyezünk, és az A edény átlátszatlan alufóliával beburkoljuk, a B edényt folyamatosan, nagy fényerővel megvilágítjuk. Egy nap múlva ismét meghatározzuk a gázok koncentrációit a két edényben, és a következő eredményeket kapjuk:

1. nap	Gázkoncentrációk (g/100 g víz)	
	A edény	B edény
O <sub>2</sub>	0,0016	0,0064
CO <sub>2</sub>	0,17864	0,17204

(1 g glükóz elégetését 16 kJ energia felszabadulása kíséri. A glükóz moláris tömege 180 g/mol.)

a) *Mivel magyarázható a két edényben a gázkoncentrációkban egy nap múlva észlelt eltérés?*

- Az A (beburkolt) edényben csak légzés történhetett, ami fogyasztotta az oxigént és növelte a széndioxid mennyiségét.
- A B (nem burkolt) edényben viszont fotoszintézis is történhetett, mert ebben az edényben lévő algát fény is érte. Ezért itt nőtt az O<sub>2</sub> mennyisége és csökkent a CO<sub>2</sub>-é.

b) *Hány g O<sub>2</sub>-t termelt összesen a moszat 1 nap alatt?*

- A B edényben az oxigénmennyiség változása  $0,64 - 0,32 = \underline{0,32}$  g.
- Az A edény adatai alapján a légzés elhasznált  $0,32 - 0,16 = \underline{0,16}$  g O<sub>2</sub>-t, ezért a fotoszintézis  $0,32 + 0,16 = \underline{0,48}$  g O<sub>2</sub>-t termelt.

c) *Mennyi energiát használt fel a békanyál 1 nap alatt az O<sub>2</sub>-termeléssel kapcsolatos folyamatokban, ha ezek teljes hatásfoka 2%?*

- $6 \text{ H}_2\text{O} + 6 \text{ CO}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$
- ha  $6 \times 32$  g O<sub>2</sub> fejlődésekor 180 g glükóz keletkezik, akkor 0,48 g esetén  $\rightarrow x = \underline{0,45}$  g glükóz keletkezik.
- 1 g glükóz képződésekor 16 KJ energia raktározódik el, akkor 0,45 g esetén  $\rightarrow x = \underline{7,2}$  KJ
- Ha a 7,2 KJ a moszatot ért fényenergia 2%-a, akkor a 100% =  $100 \times 7,2/2 = \underline{360}$  KJ az összenergia.

8. Meghatározott körülmények között a fotoszintézis hatásfoka 0,8%, a növényben az őt érő fényenergiának ekkora hányada épül be glükózba. Egy nap alatt egy növényben 22,5 gramm glükóz képződött a fotoszintézis során.

Adatok:

A glükóz moláris tömege = 180 g/mol.

A szén-dioxid moláris tömege = 44 g/mol.

ATP = ADP + foszfát Q = - 40 kJ/mól.

1 mol glükóz teljes elégetésekor - 2872 kJ szabadul fel.

a) *Hány gramm szén-dioxidot vett fel ehhez a növény?*

- $6 \text{ H}_2\text{O} + 6 \text{ CO}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$
- ha 180 g glükóz képződéséhez kell  $6 \times 44$  g CO<sub>2</sub>, akkor 22,5 g-hoz kell  $\rightarrow x = \underline{33}$  g CO<sub>2</sub>.

b) *Összesen hány kJ fényenergia érte a növényt e glükóz mennyiség képződése közben?*

- ha 180 g glükóz teljes elégetésekor 2872 KJ energia szabadul fel, akkor 22,5 g esetén  $\rightarrow x = \underline{359}$  KJ, ez egyenlő a megkötött fényenergiával. Ha 359 KJ megkötött energia a teljes növényt ért fényenergiának a 0,8 %-a, akkor a teljese  $E = 356 \times 100/0,8 = \underline{44875}$  KJ

c) *Ismeretei birtokában számolja ki, hány kJ energiát nyerhet e szőlőcukor felhasználásával a növény aerob anyagcsere-folyamatai során!*

- 180 g glükóz esetén 38 mol ATP =  $38 \times 40$  KJ energia  
22,5 g glükóz esetén  $x = 22,5 \times (38 \times 40)/180 = \underline{190}$  KJ

9. Laboratóriumban megmérték, hogy egy izom ingerlés hatására 10,5 kJ munkát végzett, és eközben 0,64 mol ATP-t használt fel. Tételezzük fel, hogy csak szőlőcukor felhasználásából származott az izommunkavégzéséhez szükséges energia. Adatok: a glükóz moláris tömege 180 g/mol. ATP = ADP + foszfát  $Q_r = 41$  kJ/mol.

a) *Hány % az izomműködés során az ATP által szolgáltatott energia felhasználásának hatásfoka?*

- 1 mol ATP hidrolízisekor 41 KJ energia szabadul fel  
0,64 mol esetén  $x = 26,24$  KJ
- Hatásfok:  $10,5/26,24 = 0,4 \rightarrow$  **40%**

b) *Hány gramm glükóz elégetése fedezi a mért munkavégzés közben az izom energiafogyasztását?*

- 38 mol ATP keletkezéséhez kell 180 g glükóz (1 mol)  
0,64 mol ATP-hez kell  $x = 180 \times 0,64/38 =$  **3,03 g**

c) *Anaerob viszonyok között mennyi szőlőcukrot használ ugyanennyi munkavégzéshez az izom?*

- 2 mol ATP keletkezéséhez kell 180 g glükóz (1 mol)  
0,64 mol ATP-hez kell  $x = 180 \times 0,64/2 =$  **57,6 g**

10. A fehérjék nitrogéntartalma tömegű 16%-át teszi ki. Egy egészséges felnőtt emberben (ha a táplálék viszonylag kevés fehérjét tartalmaz) a naponta ürülő nitrogén mennyisége  $0,1x + 2,4$  gramm, ahol az x jelöli a naponta fogyasztott fehérje tömegét grammban kifejezve.

a) *Mennyi a napi nitrogénürítés, ha az ember teljesen fehérjementes táplálékot fogyaszt? Honnan származhat ilyenkor a szervezetből távozó nitrogén?*

- 2,4 gramm, a szervezet saját fehérjei és nukleinsavai bomlanak.

b) *Mennyi fehérjét kell minimálisan fogyasztani ahhoz, hogy a szervezetbe jutó fehérje fedezze a kiválasztott mennyiséget?*

- **$0,1x + 2,4 = 0,16x$**   $\rightarrow$  egyenlet megoldása:  $x = 40$  gramm.

11. A tüdőverőérben áramló vér 100 cm<sup>3</sup>-enként 15 cm<sup>3</sup> oxigént tartalmaz, a tüdőgyűjtőerekben ez az érték 20 cm<sup>3</sup> O<sub>2</sub> / 100 cm<sup>3</sup> vér. Egy nyugalmi állapotú felnőtt ember veséinek átlagos oxigénfogyasztása percnként összesen 20 cm<sup>3</sup> O<sub>2</sub>.

a) *Átlagos oxigénfelvétel mellett percnként hány cm<sup>3</sup> vér átáramlása fedezné a vesék oxigénellátását?*

- Ha 5 cm<sup>3</sup> oxigént ad le 100 cm<sup>3</sup> vér, akkor 20 cm<sup>3</sup>-t **400 cm<sup>3</sup> vér** ad le.

b) A nagyvérkörön átáramló vérnek összesen 25%-a halad keresztül a veséken. Átlagos felnőtt ember nyugalmi állapotát feltételezve, a veséken hány  $\text{cm}^3$  vér halad át percenként?

- A nagyvérkörön percenként  $5 \text{ dm}^3$  vér áramlik át, ennek 25%-a **1250  $\text{cm}^3$** .

c) Mennyi a veséből távozó vér oxigéntartalma ( $\text{cm}^3 \text{ O}_2 / 100 \text{ cm}^3$  vér)?

- $1250 \text{ cm}^3$  oxigéndús vér  $250 \text{ cm}^3$  oxigént szállít (mivel  $100 \text{ cm}^3$  szállít  $20 \text{ cm}^3$ -t), a veséből percenként távozó  $1250 \text{ cm}^3$  vérben marad  $230 \text{ cm}^3$  oxigén,
- ennek oxigéntartalma tehát  $230 \times 100 / 1250 =$  **18,4  $\text{cm}^3 \text{ O}_2 / 100 \text{ cm}^3$**  vér.

12. Az alábbi két feladatot a következő adatok figyelembe vételével oldjuk meg:

- nyugalomban percenként 16 légvételt végzünk,
- nyugodt légzésnél a be- és kilélegzett levegő térfogata átlagosan  $500 \text{ cm}^3$ ,
- erőltetett be- és kilégzésnél a tüdőben  $3 \text{ dm}^3$  levegő cserélődik,
- a be- és a kilélegzett levegőt azonos állapotúnak tételezzük fel.

a) A belélegzett levegő oxigéntartalma 21%, a kilélegzett levegőé 15%. Hány  $\text{dm}^3$  oxigén kerül a vérbe 3 perc alatt, nyugodt légzés esetén?

- 3 perc alatt  $0,5 \text{ dm}^3 \times 16 \times 3 =$   $24 \text{ dm}^3$  levegő kerül a tüdőbe,
- ennek 6%-a kerül a vérbe, mint oxigén  $24 \text{ dm}^3 \times 0,06 =$  **1,44  $\text{dm}^3$**  oxigén

b) Ugyanezt az oxigénmennyiséget erőltetett belégzéssel hány légvétel biztosítja?

- Erőltetett légzéskor 6x több levegő kerül a tüdőbe (3/0,5), így a nyugodt lézésszám hatoda elegendő, azaz  $3 \times 16/6 =$  **8**

13. Egy középiskolás diák oxigénfogyasztása nyugalomban percenként átlagosan  $330 \text{ cm}^3$ . A percenként be- és kilélegzett levegő térfogata  $6,6 \text{ dm}^3$ . A belélegzett levegő oxigéntartalma 21 térfogat %.

a) A kilélegzett levegő hány % oxigént tartalmaz?

- a percenként belélegzett oxigén =  $6,6 \times 0,21 =$   $1,386 \text{ dm}^3$ ,
- a kilélegzett levegő oxigéntartalma =  $(1,386 - 0,33) / 6,6 \times 100 =$  **16%**  $\text{O}_2$

b) Tudjuk, hogy a légzési hányados = 0,9. A belélegzett levegő  $\text{CO}_2$ -tartalma elhanyagolható. A kilélegzett levegő hány % szén-dioxidot tartalmaz?

$\text{CO}_2$  térfogat

- $\text{RQ} = \frac{\text{CO}_2 \text{ térfogat}}{\text{O}_2 \text{ térfogat}} = 0,9$

$\text{O}_2$  térfogat

- a percenként kilélegzett  $\text{CO}_2$  térfogata =  $333 \times 0,9 = 297 \text{ cm}^3 =$   $0,297 \text{ dm}^3$
- $0,297 / 6,6 \times 100 =$  **4,5%**  $\text{CO}_2$

A tüdőartériában áramló vér  $\text{dm}^3$ -enként  $140 \text{ cm}^3$  oxigént tartalmaz megkötve, a tüdővéna vére pedig  $200 \text{ cm}^3$ -t.

c) *A fenti adatok ismeretében számolja ki, hány  $\text{dm}^3$  vér áramlik át a kisvérkörön percenként!*

- $60 \text{ cm}^3$  oxigént  $1 \text{ dm}^3$  vér vesz fel,  
 $330 \text{ cm}^3$  oxigént (lásd fent)  **$5,5 \text{ dm}^3$**  vér vesz fel.

14. Egy emberi szervezet vizsgálata alkalmával megmérhető, hogy a szív bal kamrájából percenként  $5200 \text{ cm}^3$  vér távozik, és ez a vér  $100 \text{ cm}^3$ -enként  $20 \text{ cm}^3$  oxigént tartalmaz. Ugyanakkor a jobb pitvarban levő vér oxigéntartalma  $15 \text{ cm}^3 \text{ O}_2/100 \text{ cm}^3$  vér. Az agy erein percenként  $728 \text{ cm}^3$  vér áramlik át. Az agyból kilépő vénákban a vér  $100 \text{ cm}^3$ -e  $14 \text{ cm}^3$  oxigént tartalmaz.

a) *A nagy vérkörön percenként átáramló vér hány %-a jut az agyba?*

- $728/5200 = 0,14 \times 100 \Rightarrow$  **14%**

b) *A szervezet összes oxigén-felhasználásának hány %-át igényli az agy működése?*

- A szervezet oxigén felhasználása percenként:

$$5200 \times 5/100 = \underline{260 \text{ cm}^3 \text{ O}_2}$$

- Az agy oxigén felhasználása percenként:

$$728 \times 6/100 \approx \underline{43,7 \text{ cm}^3 \text{ O}_2}$$

- Az agy oxigénigénye az egész szervezet oxigén felhasználásához viszonyítva:

$$43,7/260 = 0,168 \Rightarrow$$
 **16,8%**

15. Az inulin nevű, viszonylag kis molekulájú poliszacharid vízben jól oldódik, de a sejtekbe nem jut be. Egy felnőtt ember vérkeringési rendszerébe  $2,0$  gramm inulint juttattak. A keringő vérmennyiség  $5,0 \text{ dm}^3$ . Rövid idő múlva, amikor az inulin a vérplazmában már egyenletesen eloszlott, de az érpályából még nem jutott ki (tételezzük fel), meghatározták, hogy az inulin töménysége a vérplazmában  $0,667$  gramm/ $\text{dm}^3$  volt.

a) *Az adatok felhasználásával határozza meg, hogy a vizsgált egyén vértérfogatának hány %-a plazma?*

- $0,667 \text{ g}$  inulin volt  $1 \text{ dm}^3$  a vérplazmában, akkor  
 $2 \text{ g}$  van  $x \text{ dm}^3$  vérplazmában  $\rightarrow x = 2/0,667 \approx$   **$3 \text{ dm}^3$**
- $3 \text{ dm}^3/5 \text{ dm}^3 = 0,6 \times 100 =$  **60 %**

Az inulin a vesében 100 %-ban kiszűrődik, és az elvezető csatornák falán nem jut át. A szóban forgó vizsgálat során mérték a képződő vizelet mennyiségét és benne az inulin töménységét. Az egyénben percenként  $1,2 \text{ cm}^3$  vizelet képződött, s benne az inulin töménysége  $72,25 \text{ gramm/dm}^3$  volt.

b) *A fenti adatok felhasználásával számolja ki, hogy a vizsgált egyénben percenként hány  $\text{cm}^3$  vérplazma haladt át a vesén!*

- $1,2 \text{ cm}^3 = 0,0012 \text{ dm}^3$   
 $1 \text{ dm}^3$  vizeletben van  $72,25 \text{ g}$  inulin, akkor  
 $0,0012 \text{ dm}^3$  vizeletben  $x = \underline{0,0867 \text{ g}}$  inulin van.
- $0,667 \text{ gramm}$  inulin van  $1 \text{ dm}^3$  vérplazmában (lásd fent), akkor  
 $0,0867 \text{ g}$  inulin  $x = 0,13 \text{ dm}^3 = \underline{130 \text{ cm}^3}$  vérplazmában található.

16. Egy terület életközösségének energiaforgalmát évekig vizsgálták. Megállapították, hogy a területet négyzetméterenként érő napsugárzás energiája évente átlagosan  $214,2 \times 10^4 \text{ kJ/m}^2$ . A növényzet ezen energia felhasználásával átlagosan évi  $5140 \text{ g}$  szerves anyagot szintetizál a terület minden négyzetméterén. Ebből felhalmozódik (a növényzetben marad vagy a talajba kerül)  $4299 \text{ g}$  szerves anyag, a növényevők pedig elfogyasztanak  $70 \text{ gramm}$  szerves anyagot évente.  $1 \text{ gramm}$  szerves anyag szintézise átlagosan  $5 \text{ kJ}$  energiafelhasználással jár.

a) *Mennyi a fotoszintézis hatásfoka, tehát a napsugárzás energiájának hány százaléka épül be szerves anyagokba?*

- $1 \text{ g}$  szerves anyag  $5 \text{ KJ}$  energia beépítést jelent,  
 $5140 \text{ g}$  szerves anyag  $x = 5140 \times 5 = \underline{25700 \text{ KJ-t}}$ .
- $25700 / 214,2 \times 10^4 \times 100 = \underline{1,2 \%}$

b) *A fotoszintézissel előállított szerves anyagoknak hány százalékát használja fel a növényzet a saját légzéséhez?*

- $5140 - 4299 - 70 = \underline{771 \text{ g}}$  szerves anyag ég el

c)  $771 / 5140 = 0,15 \times 100 = \underline{15 \%}$ -át a szerves anyagnak használja fel a növényzet a saját légzéséhez.

17. Egy ember szervezetében a zsírszöveten percenként  $0,5 \text{ dm}^3$  vér folyik át. Étkezés után a zsírszövetbe beáramló vér glükóz koncentrációja  $6,3 \text{ millimól/dm}^3$ , az eláramló véré  $5,4 \text{ millimól/dm}^3$ . A zsírszövetben a felhasznált glükóz 40%-a teljesen eloxidálódik, a többi pedig sztearinsavvá alakul át.

A zsírsavak szintézise a szőlőcukor lebontási folyamatai során keletkező acetyl-csoportok összekapcsolódása és redukciója révén történik a zsírsejtekben.

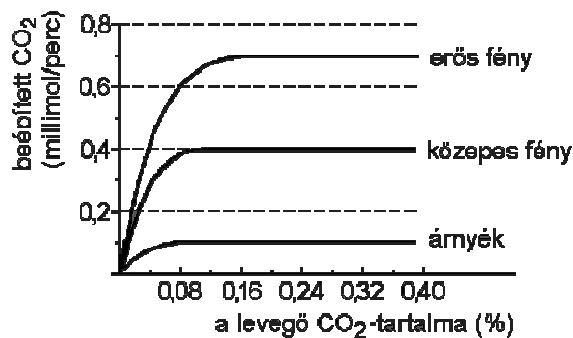
A sztearinsav ( $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$ ) moláris tömege  $284 \text{ g/mol}$ .

$1 \text{ mól}$  glükóz lebontása során  $2 \text{ mól}$  acetyl-csoport keletkezik a sejtekben.

Hány gramm sztearinsav keletkezik percenként a vizsgált egyén zsírszövetében?

- A felhasznált glükóz mennyisége:  $6,3 - 5,4 = 0,9 \text{ mmol/dm}^3$   
 $0,5 \text{ dm}^3$  -re számolva 0,45 mmol, ennek 60 %-a alakul sztearinsavvá, azaz 0,27 mmol
- 1 mól glükóz lebontása során 2 mól acetil-csoport keletkezik,  
 $0,27 \text{ mmol}$  glükóz esetén 0,54 mmol acetil-csoport keletkezik.
- 9 mol acetil-csoport kell 1 mol sztearinsav előállításához,  
 $0,54 \text{ mmol}$  acetil-csoport  $x = \underline{0,06 \text{ mmol}}$  sztearinsav előállításához elég.
- 1 mol = 1000 mmol sztearinsav 284 g, akkor  
 $0,06 \text{ mmol} \quad x = \underline{0,0174 \text{ g}}$

18. A következő diagram azt mutatja be, hogy a búzalevelek fotoszintézisének mértékét hogyan befolyásolja a levegő  $\text{CO}_2$ -koncentrációja és a fényerősség. Tételezzük fel, hogy a fotoszintézis során kizárólag szőlőcukor képződik. A növény légzését figyelmen kívül hagyjuk.



Az ábráról leolvasható adatok segítségével számolja ki, hogy a vizsgált növény levelei összesen hány millimól glükózt termelnek fotoszintézissel, ha

- 30 percig árnyékban tartják, 0,16 %-os  $\text{CO}_2$ -tartalmú levegőben, majd
  - 30 percig közepes fényen tartják, 0,16 %-os  $\text{CO}_2$ -tartalmú levegőben, végül pedig
  - 30 percig erős fényen tartják, 0,08 %-os  $\text{CO}_2$ -tartalmú levegőben?
- a beépített  $\text{CO}_2$  összesen:  $0,1 \text{ mmol} \times 30 + 0,4 \text{ mmol} \times 30 + 0,6 \text{ mmol} \times 30 = \underline{33 \text{ mmol}}$   $\text{CO}_2$
  - 6 mmol  $\text{CO}_2$  -ből lesz 1 mmol glükóz  
 $33 \text{ mmol}$   $\text{CO}_2$  -ből  $x = \underline{5,5 \text{ mmol}}$  glükóz keletkezik.



19. Egy ember anyagcseréjének és vérének vizsgálata során az alábbi adatokat állapították meg. Nyugalomban az egyén percnként  $6,25 \text{ dm}^3$  levegőt cserél be- és kilégzései során. A belégzett (standard állapotú) légköri levegő oxigéntartalma 21 tf%. Az oxigénnel telített vér  $100 \text{ cm}^3$ -enként (standard állapotra számítva)  $20,0 \text{ cm}^3$  oxigént tartalmaz, az oxigénszegény vérben ez az érték  $15,0 \text{ cm}^3 \text{ O}_2/100 \text{ cm}^3$  vér. A bal pitvaron percnként  $5 \text{ dm}^3$  vér halad át.

a) *Hány % oxigént tartalmaz a vizsgálat során a kilégzett levegő?*

- Ha  $100 \text{ cm}^3$  vér  $5 \text{ cm}^3$  oxigént vesz föl a tüdőben, akkor  $5 \text{ dm}^3$  vér  $0,25 \text{ dm}^3$  oxigént vesz föl percnként.
- $6,25 \text{ dm}^3$  levegő 21 %-a oxigén, azaz  $1,3125 \text{ dm}^3$
- $1,3125 \text{ dm}^3 - 0,25 \text{ dm}^3 = \underline{1,0625 \text{ dm}^3}$  oxigén marad a tüdőben,
- $1,0625/6,25 \times 100 = \underline{17 \%}$

Feltételezzük, hogy a tüdőn átáramló vér oxigénnel telítődik, és így minden hemoglobin-molekula 4 oxigénmolekulát köt meg. Oxigén szállítása csak a hemoglobinhoz kötve történik. A gázok moláris térfogata  $24,5 \text{ dm}^3$ . A hemoglobin moláris tömege  $66800 \text{ g/mol}$ .

b) *Hány gramm hemoglobint tartalmaz a vizsgált egyén vére  $100 \text{ cm}^3$ -enként?*

- $100 \text{ cm}^3$  vér  $5 \text{ cm}^3$  oxigént ad le, ill. vesz fel, azaz az szállított vér oxigén tartalmának negyed részét adja le, és mivel minden hemoglobin-molekula 4 oxigén molekulát köt meg, tehát a **vér által fölvevett, ill. leadott oxigén anyagmennyisége megegyezik a vérben levő hemoglobin anyagmennyiségével.**

Másképp: a gázok térfogata arányos az anyagmennyiségükkel, tehát a  $20 \text{ cm}^3$  szállított oxigént felfoghatjuk 20 mólnak (természetesen nem annyi), ezt  $20/4$ , azaz 5 mol hemoglobin szállítja, ami megegyezik a leadott/felvett oxigén mennyiségével.

- $24,5 \text{ dm}^3 \text{ O}_2$  gáz 1 mol
- $0,25 \text{ dm}^3 \text{ O}_2 \times = \underline{0,01 \text{ mol}}$  oxigén
- $0,25 \text{ dm}^3 \text{ O}_2 \times = \underline{0,01 \text{ mol}}$  oxigén gázt szállít  $5 \text{ dm}^3$  vér, akkor  $100 \text{ cm}^3$  vér szállít  $0,01/50 = \underline{0,0002 \text{ mol}}$ -t = hemoglobin anyagmennyiség.
- m hemoglobin =  $0,0002 \times 66800 = \underline{13,36 \text{ g}}$