

## Skrivning i termodynamik, jämvikt och biokemi, KOO081, KOO041, 2009-12-14 08.00-10.15

**Hjälpmedel:** egen miniräknare. Konstanter mm delas ut med skrivningen För godkänt krävs minst 15 poäng och för VG och ett bonuspoäng krävs 25 poäng. Alla svar ska fyllas i på svarsblanketten. Lösningar och svar skall motiveras.

### Del 1. Termodynamik och jämvikt

1. Brom,  $\text{Br}_2$ , är förutom kvicksilver det enda grundämne som är flytande vid 298 K.

a) Beräkna från data nedan vid vilken temperatur flytande brom står i jämvikt med bromånga av en bars tryck, dvs broms kokpunkt: (5 p)

b) Brommolekyler kan dissociera till bromatomer vid tillräckligt hög temperatur. Beräkna från data nedan jämviktskonstanten  $K_p$  för jämvikten  $\text{Br}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{Br}(\text{g})$  vid 2000 K. (5 p)

Termodynamiska data vid 298 K:

	$\text{Br}_2(\text{l})$	$\text{Br}_2(\text{g})$	$\text{Br}(\text{g})$
$S_m^\circ$	152.23 J/mol K	245.46 J/mol K	175.02 J/mol K
$\Delta H_f^\circ$	0 kJ/mol	30.91 kJ/mol	111.88 kJ/mol

2. 1.00 g  $\text{I}_2(\text{s})$  placeras i ett kärl med volymen  $1.00 \text{ dm}^3$ , sätts under vakuum och värms till 1000 K. Då ställer jämvikten  $\text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{I}(\text{g})$  in sig och ingen fast jod finns längre närvarande. Man finner att det nu finns  $1.97 \cdot 10^{-3} \text{ mol I}_2(\text{g})$  i kärlet.

a) Trycket ökas genom att volymen minskas, hur ändras förhållandet mellan  $\text{I}_2(\text{g})$  och  $\text{I}(\text{g})$ ? (3 p)

b) Beräkna  $K_p$  (5 p)

c) Trycket ökas genom att  $\text{Ar}(\text{g})$  pumpas in, hur ändras förhållandet mellan  $\text{I}_2(\text{g})$  och  $\text{I}(\text{g})$ ? (2 p)

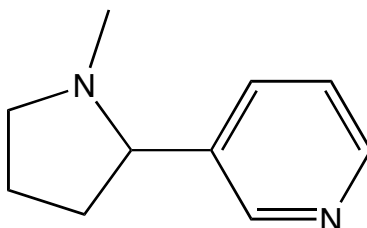
3. Programmet "Kalla Fakta" i TV4 avslöjade nyligen hur Swedish Match manipulerar halten fritt nikotin ( $\text{p}K_a = 8.5$ , se nedan) i snus genom att tillsätta natriumvätekarbonat,  $\text{NaHCO}_3$  ( $\text{p}K_{a1} = 6.37$ ,  $\text{p}K_{a2} = 10.25$  för kolsyra) för att höja pH.

a) Vad är förhållandet mellan protonerad och oprotomerad ("fritt") nikotin vid  $\text{pH}=7$ ? (1.5p)

b) Vad är förhållandet mellan protonerad och oprotomerad ("fritt") nikotin vid  $\text{pH}=8$ ? (1.5p)

c) Hur mycket 1.00 M NaOH ska tillsättas till  $1.00 \text{ dm}^3$  av en 0.01 M lösning av natriumvätekarbonat för att ge en buffert med  $\text{pH} = 10.25$ ? (2p)

d) Vad skulle pH bli i en 0.01 M vattenlösning av nikotin? (5 p)



## Biokemidel KOO041 och KBB045

**Hjälpmedel:** egen miniräknare. För godkänt krävs minst 41 poäng och för VG och ett bonuspoäng krävs 47 poäng. Varje fråga kan ge maximalt 5 p, 0-5 alternativ kan vara rätt. Varje rätt besvarat alternativ ger 1 poäng. Två exempel: En fråga där alla svarsalternativ skall kryssas i ger 5 p om alla kryssats i. En fråga där inget alternativ är rätt ger 5 p om inget alternativ är kryssats i.

Alla svar ska fyllas i på svarsblanketten.

Biokemi: 5 p per fråga

1. Om biologiska membran:

- Har en viktig roll för att kontrollera in och utförelse av molekyler till cellen.
- Är i huvudsak uppbyggda av proteiner med många hydrofoba grupper.
- Den väldefinierade och stabila strukturen på membranet innebär att endast kovalenta bindningar kan komma ifråga för att hålla ihop det.
- Är i huvudsak uppbyggda av s.k. fosfolipider.
- Fosfolipider består av fosfatgrupper med hydrofoba sockerkedjor

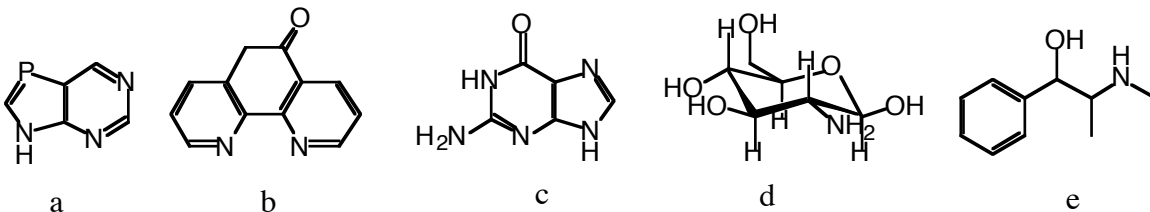
2. Om DNA molekylen i vattenlösning:

- DNA är negativt laddad eftersom baserna är anjoner till organiska syror.
- DNA är positivt laddad eftersom baserna är protonerade vid pH=7.
- DNA är negativt laddad eftersom fosfatgrupperna är anjoniska.
- DNA är negativt laddad eftersom fosfatgrupperna är katjoniska.
- DNA är elektriskt neutralt

3. Vilket/vilka påståenden om DNA i den vanliga dubbelspiralformen är sanna:

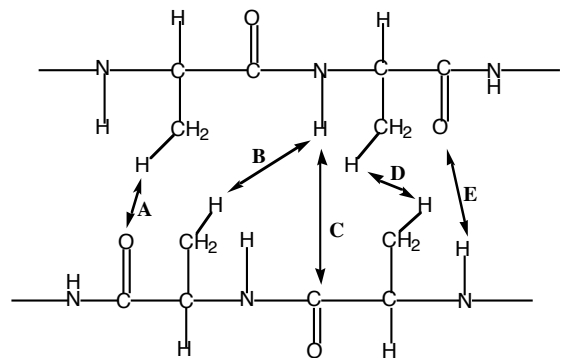
- De organiska baserna vätebinder till andra baser som sitter på samma kedja ("strand")
- De organiska baserna vätebinder till baserna på den motsatta kedjan ("strand")
- De organiska baserna vätebinder till fosfatjonerna
- De organiska baserna packar sig plant i DNA molekylen
- De organiska baserna packar sig vinkelrätt mot varandra i DNA molekylen

4. Vilken eller vilka av följande strukturer är en komponent i DNA eller RNA? c



5. Vilka atompar bildar gärna vätebindningar med varandra:

- A
- B
- C
- D
- E



6. Vad är korrekt om proteiner:

- Med primärstruktur menar man själva aminosyrens lewisstruktur.
- Med primärstruktur menar man vilka aminosyror och i vilken ordning de kommer.
- Med sekundärstruktur menar man vilka aminosyror och i vilken ordning de kommer.
- Med sekundärstruktur menar man t.ex.  $\alpha$ -spiralerna och  $\beta$ -flak

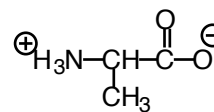
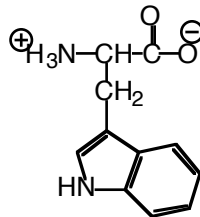
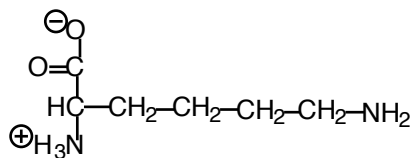
e. Med sekundärstruktur menar man t.ex.  $\alpha$ -spiraler och  $\beta$ -spiraler

7. Vad är sant för enzymer:

- a. Enzymer gör reaktioner mer gynnsamma genom att ändra jämviktkonstanterna
- b. Enzymer gör reaktioner mer gynnsamma genom att ändra aktiveringsenergin.
- c. Substratet måste binda till enzymet för att katalys ska kunna ske.
- d. Enzymkinetiken följer ofta ekvationen  $V = k_2[E]_i[S]/(K_m+[S])$
- e. Ingen typ av katalys kan ändra jämviktskonstanterna.

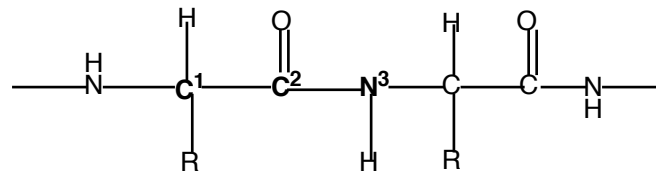
8. Bilden visar (i ordning):

- a. en alifatisk, en aromatisk och en basisk aminosyra
- b. en alifatisk, en sur och en basisk aminosyra
- c. en sur, en aromatisk och en basisk aminosyra
- d. en basisk, en aromatisk och en alifatisk aminosyra
- e. en alifatisk, en aromatisk och en annan aminosyra



9. Hur är geometrin kring  $C^1$ ,  $C^2$  och  $N^3$  atomerna i en peptidkedja?

- a.  $C^1$  tetraeder,  $C^2$  tetraeder,  $N^3$  tetraeder
- b.  $C^1$  plantriangulär,  $C^2$  tetraeder,  $N^3$  plantriangulär
- c.  $C^1$  tetraeder,  $C^2$  plantriangulär,  $N^3$  tetraeder
- d.  $C^1$  tetraeder,  $C^2$  tetraeder,  $N^3$  plantriangulär
- e.  $C^1$  tetraeder,  $C^2$  plantriangulär,  $N^3$  plantriangulär



10. Nukleinsyror är uppbyggda av:

- a. organisk bas, socker, salt
- b. organisk syra, socker, sulfatjon
- c. organisk bas, socker, fosfatjon
- d. organisk bas, salt, organisk syra
- e. organisk bas, socker, fettsyra

## KONSTANTER OCH OMRÄKNINGSFAKTORER

Internationellt (av Codata) rekommenderade värden baserade på mätresultat tillgängliga 1986

$c$	$= 2.99792 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$
$h$	$= 6.6261 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$
$N_A$	$= 6.0221 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
$e$	$= 1.6022 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
$F$	$= 96485 \text{ C mol}^{-1} = 96.485 \text{ kJ V}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
$m_e$	$= 9.10939 \cdot 10^{-31} \text{ kg} = 5.48580 \cdot 10^{-4} \text{ u}$
$m_p$	$= 1.67262 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 1.00728 \text{ u}$
$m_n$	$= 1.67493 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 1.00866 \text{ u}$
$R$	$= 8.3145 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 0.083145 \text{ l bar K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ $= 0.082058 \text{ l atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 62.364 \text{ l Torr K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
1 bar	$= 10^5 \text{ Pa} = 10^5 \text{ N m}^{-2}$
1 atm	$= 1.01325 \text{ bar} = 101.325 \text{ kPa}$
1 Torr	$= 1/760 \text{ atm} = 1.333224 \text{ mbar} = 133.3224 \text{ Pa}$
1 Å	$= 10^{-10} \text{ m}$
1 l	$= 10^{-3} \text{ m}^3$
0 °C	$= 273.15 \text{ K}$

### Ekvivalenta energier

$E/\text{kJ mol}^{-1}$	$E/\text{kcal mol}^{-1}$	$E/\text{eV}$	$E/\text{J}$	$T/\text{K}$	vågta/cm <sup>-1</sup>
1	0.23901	0.010364	$1.6605 \cdot 10^{-21}$	120.27	83.59
4.1840	1	$4.3364 \cdot 10^{-2}$	$6.948 \cdot 10^{-21}$	503.2	349.8
96.49	23.061	1	$1.6022 \cdot 10^{-19}$	$1.1604 \cdot 10^4$	8066
$6.022 \cdot 10^{20}$	$1.4393 \cdot 10^{20}$	$6.242 \cdot 10^{18}$	1	$7.243 \cdot 10^{22}$	$5.034 \cdot 10^{22}$
$8.314 \cdot 10^{-3}$	$1.9872 \cdot 10^{-3}$	$8.617 \cdot 10^{-5}$	$1.3807 \cdot 10^{-23}$	1	0.6950
$1.196 \cdot 10^{-2}$	$2.859 \cdot 10^{-3}$	$1.240 \cdot 10^{-4}$	$1.986 \cdot 10^{-23}$	1.439	1

### Termodynamiska formler

$$H = U + PV$$

$$G = H - TS$$

$$\Delta U = q + w$$

$$dw = -P_{\text{ex}} dV$$

$$C = q/\Delta T$$

$$\ln(P_2/P_1) = (\Delta H^\circ_{\text{vap}}/R) \cdot (1/T_1 - 1/T_2)$$

$G_i = G_i^\circ + RT \cdot \ln a_i$ ; ämnet  $i$  har aktiviteten  $a_i = P_i/P^\circ$  (gaser) eller  $[i]/c^\circ$  (ämnen i utspädd lösning) eller  $x_i$  (blandningar), för rena kondenserade faser är  $a_i = 1$ .

$$\Delta_r G = \Delta_r G^\circ + RT \ln Q$$

$$P_i = x_i \cdot P_i(\text{pure}) \text{ (Raoults lag)}$$

$$s = k_H \cdot P \text{ (Henrys lag)}$$

$$\Delta T_f = i k_f [a], \text{ där } [a] \text{ uttrycks i mol/kg}$$

$$\Delta T_b = i k_b [a], \text{ där } [a] \text{ uttrycks i mol/kg}$$

$$\Pi = iRT [a], \text{ där } [a] \text{ uttrycks i mol/dm}^3$$

## ATOMVIKTER

aluminium	26,98154	magnesium	24,305
antimon	121,75	mangan	54,9380
argon	39,948	molybden	95,94
arsenik	74,9216	natrium	22,98977

barium	137,34	neodym	144,24
beryllium	9,01218	neon	20,179
bly	207,2	nickel	58,71
bor	10,81	niob	92,9064
brom	79,904	osmium	190,2
cerium	140,12	palladium	106,4
cesium	132,9054	platina	195,09
dysprosium	162,50	praseodym	140,9077
erbium	167,26	rhenium	186,2
europium	151,96	rodium	102,9055
fluor	18,99840	rubidium	85,4678
fosfor	30,97376	rutenium	101,07
gadolinium	157,25	samarium	150,4
gallium	69,72	selen	78,96
germanium	72,59	silver	107,868
guld	196,9665	skandium	44,9559
hafnium	178,49	strontium	87,62
helium	4,00260	svavel	32,06
holmium	164,9304	syre	15,9994
indium	114,82	tallium	204,37
iridium	192,22	tantal	180,9479
jod	126,9045	tellur	127,60
järn	55,847	tenn	118,69
kadmium	112,40	terbium	158,9254
kalcium	40,08	titan	47,90
kalium	39,098	torium	232,0381
kisel	28,086	tulium	168,9342
klor	35,453	uran	238,029
kobolt	58,9332	vanadin	50,9414
kol	12,011	vismut	208,9804
koppar	63,546	volfram	183,85
krom	51,996	väte	1,0079
krypton	83,80	xenon	131,30
kvicksilver	200,59	ytterbium	173,04
kväve	14,0067	yttrium	88,9059
lantan	138,9055	zink	65,38
litium	6,941	zirkonium	91,22
lutetium	174,97		



# Svarsblankett      Skrivning måndagen den 14/12 2009

Namn (text):.....

Personnummer:.....

Underskrift:.....

Labbgrupp: .....

Antal inlämnade papper (inklusive svarsblanketten) .....

## Biokemi

Alternativ	a	b	c	d	e
Fråga 1	X			X	
Fråga 2			X		
Fråga 3		X		X	
Fråga 4			X		
Fråga 5					X
Fråga 6		X		X	
Fråga 7		X	X	X	X
Fråga 8				X	
Fråga 9					X
Fråga 10			X		

## Jämvikt och termodynamik.

Svaren ska anges med korrekt enhet och med rätt antal värdesiffror

Fråga 1		Max
a		5 p
b		5 p
Fråga 2		
a	$I_2(g)/I(g)$ ökar <input type="checkbox"/> $I_2(g)/I(g)$ oförändrad <input type="checkbox"/> $I_2(g)/I(g)$ minskar <input type="checkbox"/>	3 p
a	Motivering:	
b		5 p
c	$I_2(g)/I(g)$ ökar <input type="checkbox"/> $I_2(g)/I(g)$ oförändrad <input type="checkbox"/> $I_2(g)/I(g)$ minskar <input type="checkbox"/>	2 p
c	Motivering:	
Fråga 3		
a		1.5 p
b		1.5 p
c		2 p
d		5 p

## Lösningförslag

1a. Vid den normala kokpunkten (1 bar) är  $\Delta G = \Delta H_b^\circ - T\Delta S_b^\circ = 0$  vilket ger  $T = \Delta H_b^\circ / \Delta S_b^\circ$   
Genom värdena i tabellen får vi:  $\Delta H_b^\circ = 30910$  och  $\Delta S_b^\circ = (245.46 - 152.23) = 93.23$  vilket ger  $T = 30910/93.23 = 332$  K

1b. Vi behöver använda  $\Delta G_r^\circ = -RT \ln K$ .  $\Delta G_r^\circ$  får vi genom  $\Delta G_r^\circ = \Delta H_r^\circ - T\Delta S_r^\circ$ ,  $\Delta H_r^\circ$  och  $\Delta S_r^\circ$  kan antas vara oberoende av temperaturen och beräknas ur tabellvärdena:  $\Delta H_r^\circ = 2 \cdot 111.88 - 30.91 = 192.85$  kJ/mol och  $\Delta S_r^\circ = 2 \cdot 175.02 - 245.46 = 104.58$  J/mol K. Då får vi med  $T = 2000$  K  $\Delta G_r^\circ = 192850 - 2000 \cdot 104.58 = -16.31$  kJ/mol och slutligen  $K = e^{16310/(298.15 \cdot 8.314)} = 2.67$

2a. Partialtrycken ökar och vänstersidan med minst antal molekyler kommer att gynnas enligt Châteliers princip, dvs  $I_2(g)/I(g)$  ökar.

2b.  $I_2(g) \rightleftharpoons 2I(g)$

$K_p = (P_I)^2/P_{I_2}$   $K_p = (P_I)^2/P_{I_2} = (x_I)^2 P_{tot}^2 / (x_{I_2}^2 P_{tot}) = (x_I)^2 P_{tot} / x_{I_2}^2$  är sökt. Dvs vi måste beräkna molbråk och totaltryck.

Given mängd jod fel vid jämvikt, ska vara  $1.97 \cdot 10^{-3}$  mol. Med givet värde blir  $K_p = 0$  efter som all jod fortfarande är som  $I_2$  molekyler.

Vi startar med 1.00 g jod och volymen 1 liter, dvs  $2.00/2 \cdot 126.904 = 7.880$  mmol. Vid jämvikt har vi 3.94 mM  $I_2(g)$ .

	$I_2(g)$	$I(g)$	
start	3.94	-	mmol
jämv	1.97	x	mmol

Det har försvunnit  $7.88 - 3.94 = 3.94$  mmol  $I_2(g)$  vilket innebär att det bildats dubbelt så mycket  $I(g)$  dvs  $x = 7.88$  mmol. Totalt har vi då  $7.88 + 3.94 = 11.82$  mmol. Totaltrycket blir då med allmänna gaslagen  $P_{tot} = nRT/V = 11.82 \cdot 10^{-3} \cdot 8.314 \cdot 1000 = 0.098$  Pa. Molbråken blir  $x_{I_2} = 3.94/11.82 = 0.333$  och  $x_{I_2} = 7.88/11.82 = 0.6667$ . Tillslut får vi:

$K_p = (0.6667)^2 / (0.3333) \cdot 0.098 = 0.131$  (Pa) eller

$K_c$  blir  $7.88^2/3.94 = 15.8$  (3 p)

2c. Partialtrycken förändras inte och då förändras inte heller förhållandet, dvs  $I_2(g)/I(g)$  oförändrad.

3a.  $pH = pK_a + \log([Nic]/[NicH^+])$  vilket ger  $[Nic]/[NicH^+] = 10^{(pH - pK_a)} = 10^{(7.5 - 8.5)} = 0.03$

3b.  $pH = pK_a + \log([Nic]/[NicH^+])$  vilket ger  $[Nic]/[NicH^+] = 10^{(pH - pK_a)} = 10^{(8.5 - 8.5)} = 0.32$

3c.  $pH = pK_a + \log([CO_3^{2-}]/[HCO_3^-])$   $pH = pK_a$  ger  $[CO_3^{2-}]/[HCO_3^-] = 1$ . Det innebär att hälften av alla  $HCO_3^-$  joner ska omvandlas till karbonatjoner. Mängd tillsatt NaOH =  $n(HCO_3^-)/2$ . Ingen volym är given så vi antar volymen V av vätekarbonatlösningen.  $V \cdot 0.001/2 = V_{NaOH} \cdot 0.1$  vilket ger  $V_{NaOH} = V \cdot 0.005 = V/200$ . Om  $V = 1000$  ml så får vi  $V_{NaOH} = 5$  ml.

3d.  $NicH^+(aq) \rightleftharpoons Nic(aq) + H^+$   $pK_a = 8.5$   
 $Nic(aq) + H_2O \rightleftharpoons NicH^+(aq) + OH^-$   $pK_b = 14 - pK_a = 5.5$

	$Nic(aq)$	$HNic^+(aq)$	$OH^-$
start	0.01 M	-	-
jämv	0.01-x M	x M	x

$x^2/(0.01-x) = 10^{-5.5}$  ger  $x = 0.0001778$  och  $pOH = 3.75$  samt  $pH = 10.25$



## Biokemi: 5 p per fråga

1. Om biologiska membran:

- a. **Har en viktig roll för att kontrollera in och utförsel av molekyler till cellen.**
- b. Är i huvudsak uppbyggda av proteiner med många hydrofoba grupper.
- c. Den väldefinierade och stabila strukturen på membranet innebär att endast kovalent bindningar kan komma ifråga för att hålla ihop det.
- d. **Är i huvudsak uppbyggda av s.k. fosfolipider.**
- e. Fosfolipider består av fosfatgrupper med hydrofoba sockerkedjor

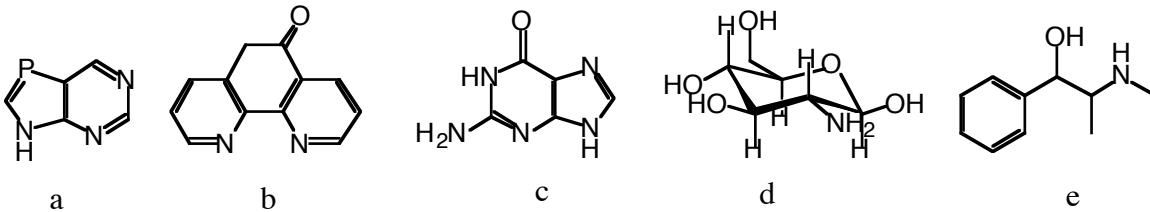
2. Om DNA molekylen i vattenlösning:

- a. DNA är negativt laddad eftersom baserna är anjoner till organiska syror.
- b. DNA är positivt laddad eftersom baserna är protonerade vid pH=7.
- c. **DNA är negativt laddad eftersom fosfatgrupperna är anjoniska.**
- d. DNA är negativt laddad eftersom fosfatgrupperna är katjoniska.
- e. DNA är elektriskt neutralt

3. Vilket/vilka påståenden om DNA i den vanliga dubbelspiralformen är sanna:

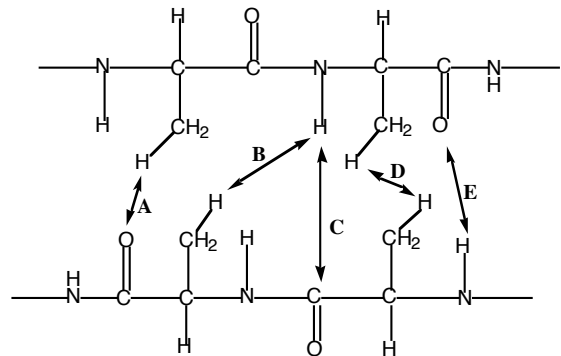
- a. De organiska baserna vätebinder till andra baser som sitter på samma kedja ("strand")
- b. **De organiska baserna vätebinder till baserna på den motsatta kedjan ("strand")**
- c. De organiska baserna vätebinder till fosfatjonerna
- d. **De organiska baserna packar sig plant i DNA molekylen**
- e. De organiska baserna packar sig vinkelrätt mot varandra i DNA molekylen

4. Vilken eller vilka av följande strukturer är en komponent i DNA eller RNA? c



5. Vilka atompar bildar gärna vätebindningar med varandra:

- f.                      A
- g.                      B
- h.                      C
- i.                      D
- j.                      E



6. Vad är korrekt om proteiner:

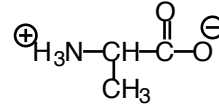
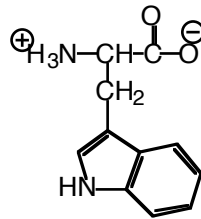
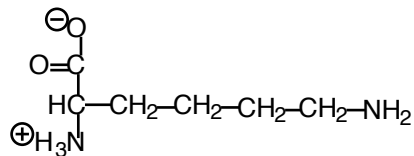
- a. Med primärstruktur menar man själva aminosyrans lewisstruktur.
- b. **Med primärstruktur menar man vilka aminosyror och i vilken ordning de kommer.**
- c. Med sekundärstruktur menar man vilka aminosyror och i vilken ordning de kommer.
- d. **Med sekundärstruktur menar man t.ex.  $\alpha$ -spiralerna och  $\beta$ -flak**
- e. Med sekundärstruktur menar man t.ex.  $\alpha$ -spiralerna och  $\beta$ -spiralerna

7. Vad är sant för enzymer:

- a. Enzymer gör reaktioner mer gynnsamma genom att ändra jämviktkonstanterna
- b. **Enzymer gör reaktioner mer gynnsamma genom att ändra aktiveringsenergin.**
- c. Substratet måste binda till enzymet för att katalys ska kunna ske.
- d. **Enzymkinetiken följer ofta ekvationen  $V = k_2[E]_t[S]/(K_m+[S])$**
- e. **Ingen typ av katalys kan ändra jämviktskonstanterna.**

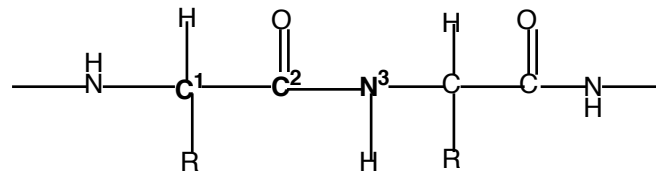
8. Bilden visar (i ordning):

- a. en alifatisk, en aromatisk och en basisk aminosyra
- b. en alifatisk, en sur och en basisk aminosyra
- c. en sur, en aromatisk och en basisk aminosyra
- d. en basisk, en aromatisk och en alifatisk aminosyra**
- e. en alifatisk, en aromatisk och en annan aminosyra



9. Hur är geometrin kring  $\text{C}^1$ ,  $\text{C}^2$  och  $\text{N}^3$  atomerna i en peptidkedja?

- a.  $\text{C}^1$  tetraeder,  $\text{C}^2$  tetraeder,  $\text{N}^3$  tetraeder
- b.  $\text{C}^1$  plantriangulär,  $\text{C}^2$  tetraeder,  $\text{N}^3$  plantriangulär
- c.  $\text{C}^1$  tetraeder,  $\text{C}^2$  plantriangulär,  $\text{N}^3$  tetraeder
- d.  $\text{C}^1$  tetraeder,  $\text{C}^2$  tetraeder,  $\text{N}^3$  plantriangulär
- e.  $\text{C}^1$  tetraeder,  $\text{C}^2$  plantriangulär,  $\text{N}^3$  plantriangulär**



10. Nukleinsyror är uppbyggda av:

- a. organisk bas, socker, salt
- b. organisk syra, socker, sulfatjon
- c. organisk bas, socker, fosfatjon**
- d. organisk bas, salt, organisk syra
- e. organisk bas, socker, fettsyra