

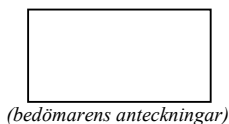
**DET MEDICINSKA URVALSPROVET**  
**28.5.2009**

**SVARSANALYS**

**FRÅGESPECIFIKA POÄNG:**

1	20	2	9	3	17	4	18	
5	10	6	12	7	16	8	11	
9	14	10	14	11	18			
								sammanlagt

En svarsanalys är en allmän beskrivning av det sakinnehåll som utgör grunden för bedömningen av varje uppgift. Enstaka krävda omnämmanden eller deras poängvärde kan inte härledas från svarsanalysen. Detaljerat poängsatta modellsvar presenteras inte emedan det i fråga om framställningen av sakinnehållet kan finnas individuella svarssätt.



(bedömarens anteckningar)

Personnummer:        -

Släktnamn: \_\_\_\_\_

Alla förnamn: \_\_\_\_\_

Namn-teckning: \_\_\_\_\_

### Uppgift 1

**20 poäng**

Skriv ett sammandrag baserat på textmaterialutdragen i uppgiftskompendiet, i vilken du jämför barn och vuxna med avseende på förändringarna som sker i blodcirkulationen och i blodcirkulationsorganens funktioner under bastubadandet och under en kort tid efter bastubadandet.

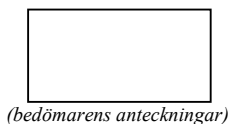
För att svaret ska rymmas i svarsutrymmet krävs att helheten behärskas: en god strukturering, fokus på det väsentliga och ett övertygande användande av exempel. Jämförelsen av förändringarna hos vuxna och barn i olika åldrar ska klart framgå i svaret och inte lämna rum för provkorrigerarens tolkningar.

Förutom de centrala skillnaderna bör också likheterna behandlas.

I svaret bör framgå de allmänna följderna av värmebelastningen vid bastubadandet, vilka är liknande för både barn och vuxna: den kraftiga ökningen av den perifera blodcirkulationen (speciellt hudblodflödet), förändringarna som sker för att bibehålla blodvolymen och blodtrycket i den centrala blodcirkulationen, dvs sammandragningen av blodkärlen i tarmområdet och njurarna samt ökningen av hjärtats pulsfrekvens. Dessutom bör man granska förmågan att tolerera värme vilken är sämre hos barn än vuxna p.g.a. den begränsade kapaciteten i hjärt- och blodkärlssystemet hos barnen.

Pulsfrekvensreserven är mindre hos barn än hos vuxna. Man bör speciellt ta upp och jämföra slagvolymens och pulsfrekvensökningens samband med minutvolymökningen (hos vuxna och över 5-åriga barn ledde ökningen av pulsfrekvensen och till en ökning av minutvolymen, medan hos under 5 åriga barn minskade slagvolymen så att ökningen av pulsfrekvensen bara ledde till att minutvolymen kunde bibehållas). Hos vuxna och över 10-åriga barn är mekanismerna som upprätthåller blodtrycket effektivare än hos under 10-åriga barn, vilket framgick speciellt i skeded efter bastubadandet. Hos under 10-åriga barn sjönk blodtrycket när pulsfrekvensen snabbt minskade då hudblodkärlen fortfarande var utvidgade. Orsaken till de framkomna symptomen på svindel och t.o.m. svimmande hos dessa barn antogs bero på minskat blodflöde till hjärnan.

### Textmaterialet



Personnummer:         -

Släktnamn: \_\_\_\_\_

Alla förnamn: \_\_\_\_\_

Namn-teckning: \_\_\_\_\_

### Uppgift 2

**9 poäng**

a) Vilka strukturer i huden och i underhudsvävnaden deltar i upprätthållandet av kroppstemperaturen hos en vuxen människa? (4 p)

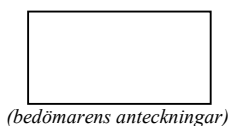
Blodkärlen i huden, de små svettkörtlarna, underhudsfettskiktet och behåringen (håret)

b) På vilka sätt främjar dessa strukturer upprätthållandet av kroppstemperaturen? (5 p)

När kroppstemperaturen ökar utvidgas hudblodkärlen och den ökade blodcirkulationen i huden effektiviserar värmeutsöndringen från kroppen. I en kall omgivning drar hudblodkärlen ihop sig och det minskade hudblodflödet minskar värmeutsöndringen från kroppen till omgivningen. När kroppstemperaturen stiger utsöndrar de små svettkörtlarna svett, som när det avdunstar från huden binder värme. Underhudens fettvävnad fungerar som värmeisolering och dämpar nedkylningen av kroppen i en kall miljö och upphettningen av kroppen i en het miljö. Tack vare behåringen hålls ett varmt luftskikt vid hudytan, vilket minskar värmeförlusten.

**Galenos: 196, 198-199, 268, 272, 273, 416, 421, 451**

**Textmaterialet**



Personnummer:  -

Släktnamn:

Alla förnamn:

Namnsteckning:

**Uppgift 3****17 poäng**

a) Ifall bastubadarens hudtemperatur inte förändras, hur mycket värmeenergi avges då från bastubadaren genom strålning under 12 minuter? (4 p)

$$\dot{Q}_e = A \cdot \sigma \cdot T_k^4 \approx 1,9\text{m}^2 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4 \cdot 312^4 \text{ K}^4 \approx 1020,8\text{W} \approx 1,0\text{kW}$$

$$Q_e = \dot{Q}_e \cdot t \approx 1020,8\text{W} \cdot 12 \cdot 60\text{s} \approx 735000\text{J} \approx \underline{0,74\text{MJ}}$$

b) Hur mycket värmeenergi överförs till bastubadaren genom strålning under samma tid? (3 p)

$$\dot{Q}_a = A \cdot \sigma \cdot T_s^4 \approx 1,9\text{m}^2 \cdot 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4 \cdot 373^4 \text{ K}^4 \approx 2085,3\text{W} \approx 2,1\text{kW}$$

$$Q_a = \dot{Q}_a \cdot t \approx 2085,3\text{W} \cdot 12 \cdot 60\text{s} \approx 1501428\text{J} \approx \underline{1,5\text{MJ}}$$

c) Vilken är den genom strålningen överförda effektens nettomängd och -riktning? (2 p)

$$\dot{Q}_r = \dot{Q}_e - \dot{Q}_a \approx 1020,8\text{W} - 2085,3\text{W} \approx -1065\text{W} \text{ alltså värme överförs från omgivningen till personen genom strålning med effekten } \underline{1,1 \text{ kW}}.$$

d) Beräkna, genom att använda konvektionsekvationen och räkneformeln för den naturliga transporten, värmeenergens transporteffekt från luften till bastubadaren. (4 p)

$$h = 2,38 \cdot |312 - 373|^{0,25} \text{ W/Km}^2 \approx 6,651 \text{ W/Km}^2 \text{ och värmeöverföringen med konvektion}$$

$$\dot{Q}_c = 6,651 \text{ W/Km}^2 \cdot 1,9\text{m}^2 \cdot 61\text{K} \approx 770,9\text{W} \approx \underline{770\text{W}}$$

e) Hur stor bör personens svettningshastighet (kg/h) i bastun vara för att kroppstemperaturen inte skall stiga, då man antar att all svett avdunstar? Antag att svetten är termodynamiskt identisk med vatten och att den termodynamiska processen är den samma som vid kokning. (4 p)

Den producerade värmen ut  $> 0$ , den mottagna värmen in  $< 0$

$$\dot{Q} = \dot{Q}_r + \dot{Q}_c - \dot{Q}_s \Rightarrow \dot{Q}_s = \dot{Q} - \dot{Q}_r - \dot{Q}_c \approx 83\text{W} + 1065\text{W} + 770,9\text{W} = 1918,9\text{W}$$

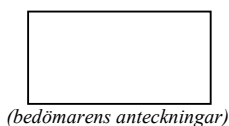
För att avdunsta vatten (svett) till vattenånga med bastuns temperatur åtgår

$$Q_s = 61\text{K} \cdot 4,19 \text{ kJ/kgK} + 2260 \text{ kJ/kg} \approx 2515,59 \text{ kJ/kg} = 2515,59 \text{ J/g}$$

varvid svettningshastigheten  $r$  är

$$r = \frac{1918,9 \text{ J/s}}{2515,59 \text{ J/g}} \approx 0,76 \text{ g/s} \approx 46 \text{ g/min} \approx \underline{2,7 \text{ kg/h}}$$

**Galenos: 267-270, 271**



(bedömarens anteckningar)

Personnummer:  - Släktnamn: Alla förnamn: Namnteckning: **Uppgift 4****18 poäng**

a) Beräkna hjärtats slagvolym före bastubadandet (pulsen 75 slag i minuten) och under bastubadandet (pulsen 120 slag i minuten). (4 p)

Minutvolymen = pulsen · slagvolymen (sv)

$$\text{Före: } sv = \frac{5,31 \text{ l/min}}{75/\text{min}} = 0,0708 \text{ l} \approx 71 \text{ ml}, \text{ under: } sv = \frac{9,16 \text{ l/min}}{120/\text{min}} = 0,07633 \text{ l} \approx 76 \text{ ml}$$

b) Beräkna, i procent, hur mycket hjärtats genomsnittliga effekt ändras i förhållande till situationen före bastubadandet. Använd SI-enheter i beräkningen. (6 p)

$$\text{Hjärtats genomsnittliga effekt } \langle P \rangle = \frac{3,5\rho}{A^2} \langle q \rangle^3 + \frac{7}{6} \langle p \rangle \langle q \rangle$$

$$\text{Trycket i pascal: } p = \rho_{\text{Hg}} gh = 13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,101 \text{ m} = 13475 \text{ Pa}$$

$$\text{Före: } P = \frac{3,5 \cdot 1050 \text{ kg/m}^3}{(0,0003 \text{ m}^2)^2} \cdot \left( \frac{5,31 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{60 \text{ s}} \right)^3 + \frac{7}{6} \cdot 13475 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2} \cdot \frac{5,31 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{60 \text{ s}} = 1,419 \text{ W} \approx 1,4 \text{ W}$$

$$\text{Under: } P = \frac{3,5 \cdot 1050 \text{ kg/m}^3}{(0,0003 \text{ m}^2)^2} \cdot \left( \frac{9,16 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{60 \text{ s}} \right)^3 + \frac{7}{6} \cdot 13475 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2} \cdot \frac{9,16 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{60 \text{ s}} = 2,545 \text{ W} \approx 2,5 \text{ W}$$

$$\text{Förändringen i \%: } \frac{2,545 - 1,419}{1,419} \cdot 100 \% = 79,35 \% \approx 79 \%$$

c) Beräkna med hjälp av modellen i uppgiftskompendiets figur 1 hur mycket underhudsvävnadens flödesmotstånd förändras uttryckt i PRU-enheter (perifera motståndsenheten) i situationerna före och under bastubadandet. Under bastubadandet minskar det totala perifera flödesmotståndet med 42 % och före bastubadandet går 6,0 % av blodflödet genom underhudsvävnaden. Under bastubadandet är den övriga kroppens perifera motstånd = 1,1 PRU. I båda fallen är den genomsnittliga skillnaden mellan aortans blodtryck och det venösa blodtrycket  $\Delta p = 98 \text{ mmHg}$ . Observera hur PRU-enheten är definierad. (8 p)

$$\text{Underhudsvävnadens flöde, före: } 0,06 \cdot \frac{5310 \text{ ml}}{60 \text{ s}} = 5,31 \frac{\text{ml}}{\text{s}} \text{ alltså: } PRU_{\text{hud}} = \frac{98 \text{ mmHg}}{5,31 \text{ ml/s}} = 18,456 \text{ PRU}$$

$$\text{Den övriga vävnadens flöde, under: } \dot{Q}_{\text{övrig}} = \frac{98 \text{ mmHg}}{1,1 \text{ PRU}} = 89,0909 \text{ ml/s} = 5345 \text{ ml/min}$$

Via huden:  $\dot{Q}_{\text{hud}} = 9160 \text{ ml/min} - 5345 \text{ ml/min} = 3815 \text{ ml/min}$  alltså:

$$PRU_{\text{hud}} = \frac{98 \text{ mmHg} \cdot 60 \text{ s}}{3815 \text{ ml}} = 1,5413 \text{ PRU}$$

$PRU_{\text{hud}}$  minskar med  $18,456 \text{ PRU} - 1,5413 \text{ PRU} = 16,91 \text{ PRU} \approx 17 \text{ PRU}$

(Eller annat logiskt framskridande lösningssätt som leder till det rätta resultatet)

Personnummer:  - Släktnamn: Alla förnamn: Namnteckning: 

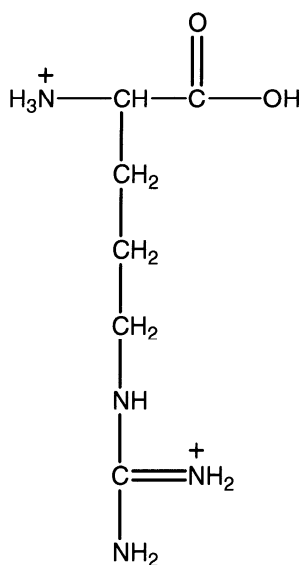
(bedömarens anteckningar)

**Uppgift 5****10 poäng**

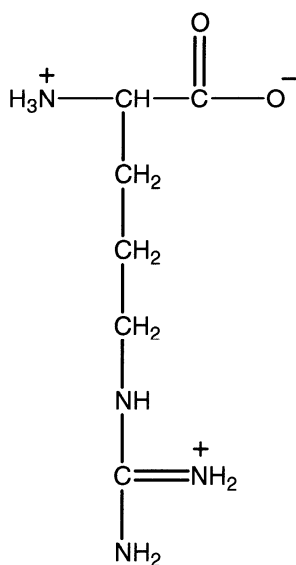
a) Diskutera vilka fysiologiska verkningar på hjärtfunktionen kväveoxiden kan ha under bastubadandet. (4 p)

Hjärtats belastning och energibehov ökar vid bastubadande p.g.a. den ökade pulsfrekvensen och den ökade minutvolymen (hos över 10-åriga barn och vuxna). Den ökade bildningen av kväveoxid vid bastubadande orsakar en utvidgning av blodkärlen, också kransartärerna. Utvidgningen av kransartärerna gör att hjärtmuskeln förses med mera energi och syre. Utvidgningen av blodkärlens minskar på blodets flödesmotstånd och strävar till att minska på hjärtats belastning.

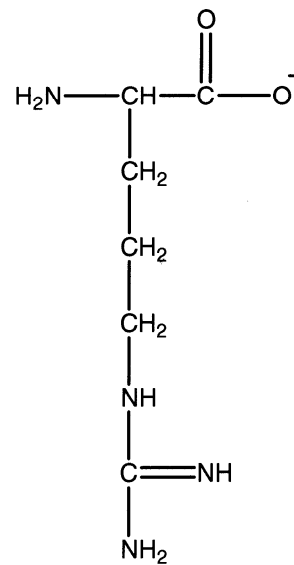
b) Rita den fullständiga strukturformeln för den form av argininet som dominerar i en vattenlösning som har pH-värdet A) 1, B) 7 och C) 13,5. Tips: Protoneringen av argininet sidokedja sker till kväve med dubbelbindning. (6 p)



A

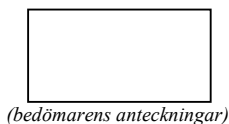


B



C

Galenos: 15-16, 18-23, 39-43, 52-60, 273, 421, 446, 447, 455, 529  
Textmaterialet



(bedömarens anteckningar)

Personnummer:         -

Släktnamn: \_\_\_\_\_

Alla förnamn: \_\_\_\_\_

Namnsteckning: \_\_\_\_\_

### Uppgift 6

**12 poäng**

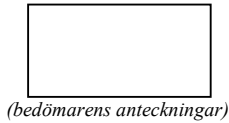
a) Vilka av spirogrammen 1-6 (gruppernas genomsnittskurvor) i figur 2 i uppgiftskompendiet beskriver de i textmaterialet omnämnda 2-5-åringarnas andning före bastubadandet och den maximala andningen under bastubadandet? Vilka är de motsvarande graferna för gruppen med över 15-åringar. Motivera ditt svar. (6 p)

Ur spirogrammen kan man utläsa andningsfrekvensen och andetagsvolymen, och produkten av dessa är minutvolymen. Minutvolymerna som anges i tabell 8 i textmaterialet för 2-5-åringar före och under bastubadandet motsvaras av spirogrammen 2 och 4 och för över 15-åringar av spirogrammen 3 och 1. För dessa grupper är minutvolymerna före bastubadandet nästan lika stora, men spirogrammen skiljer sig beträffande andningsfrekvensen och -volymen genom att 2-5-åringarnas andningsfrekvens är högre och andetagsvolym mindre.

b) Av vilken orsak ökar bastubadandet andningsfrekvensen och/eller andetagsvolymen och därmed lungventilationen? (6 p)

När omgivningen värms ökar värmen i vävnaderna varvid ämnesomsättningen för snabbas och kroppens värmeproduktion ökar. Härvid bildas mera koldioxid, varav också bildas kolsyra. Koldioxiden och vätejonerna som bildas av kolsyrans dissociation stimulerar andningen genom kemoreceptorerna som finns i förlängda mörgen och i artärerna.

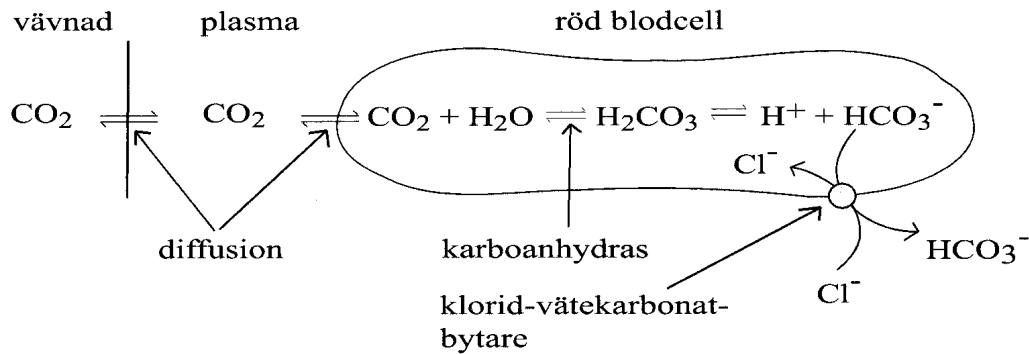
**Galenos: 104, 271, 383-386, 391, 393**  
**Textmaterialet**



(bedömarens anteckningar)

Personnummer:  - Släktnamn: Alla förnamn: Namnteckning: **Uppgift 7****16 poäng**

a) Beskriv med hjälp av reaktionsformler och schema hur vävnadens  $\text{CO}_2$  omvandlas till blodplasmats vätekarbonatjon. Namnge eventuella enzymer som katalyserar reaktionsseriens delreaktioner. Beskriv också vilka av reaktionsseriens substanser som går genom cellmembranen och på vilka sätt dessa förflyttningar sker. (10 p)

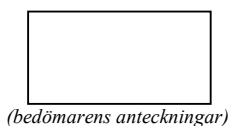


b) I figur 3 i uppgiftskompendiet visas oxihemoglobinet dissociationskurvor vid kroppstemperaturerna 37 °C och 42 °C. Då man vet att kroppstemperaturen stiger vid bastubadande, vad kan man konstatera beträffande bastubadandets inverkan på bindningen av syret i lungorna och överförelsen av syret till vävnaderna jämfört med situationen, då kroppstemperaturen är normal? (6 p)

Vid syrepartialtrycket som råder i lungorna (ca. 100 mmHg) binder hemoglobinet lite mindre syre vid den högre temperaturen, men skillnaden är liten och syremängden som transporteras till vävnaderna påverkas inte nämnvärt. Vid syrepartialtrycket som råder i vävnaderna (ca. 40 mmHg) är kurvan till höger belägen påtagligt lägre ner, så i den högre temperaturen har hemoglobinet avgett en större del av det transporterade syret. Temperaturökningen vid bastubadandet förbättrar syreöverföringen till vävnaderna.

**Galenos: 59, 94, 388-390, 390-392**





(bedömarens anteckningar)

Personnummer:  - Släktnamn: Alla förnamn: Namnteckning: **Uppgift 8****11 poäng**

I det arteriella blodet är partialtrycket för koldioxiden ( $p\text{CO}_2$ ) normalt 5,33 kPa, pH-värdet 7,40 och koncentrationen av vätekarbonatjonen 26,6 mmol/l. Under bastubadande kan partialtrycket för koldioxiden i kapillärt blodplasma öka till värdet 7,15 kPa och blodets pH sjunka till värdet 7,26. Vilka är då koncentrationerna av den i det kapillära blodplasmats lösta koldioxiden och av vätekarbonatjonen (mmol/l). Andra faktorer som möjligen skulle påverka blodets pH tas inte i beaktande.

$pK_a$ -värdet för koldioxid-vätekarbonatbuffertsystemet kan lösas genom att sätta in värdena för normalsituationen i ekvationen:

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

$$\text{pK}_a = \text{pH} - \log \frac{[\text{A}^-]}{[p\text{CO}_2 \cdot H]} = 7,40 - \log \frac{26,6}{(5,33 \cdot 0,25)} = 6,10$$

Koncentrationen av  $\text{CO}_2$  som lösts i kapillärblodet under bastubadandet:

$$c_{\text{CO}_2} = p_{\text{CO}_2} \cdot H \text{ (Henrys konstant)}$$

$$c_{\text{CO}_2} = 7,15 \text{ kPa} \cdot 0,250 \text{ mmol/(l} \cdot \text{kPa)}$$

$$c_{\text{CO}_2} = 1,79 \text{ mmol/l}$$

$\text{HCO}_3^-$ :

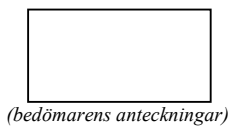
$$7,26 = 6,10 + \log \frac{[\text{HCO}_3^-]}{1,79}$$

$$\log \frac{[\text{HCO}_3^-]}{1,79} = 1,16$$

$$\frac{[\text{HCO}_3^-]}{1,79} = 14,45$$

$$[\text{HCO}_3^-] = 25,9 \text{ mmol/l}$$

**Galenos: 58, 126, 390-391, 392**

Personnummer:         -    

Släktnamn: \_\_\_\_\_

Alla förnamn: \_\_\_\_\_

Namnteckning: \_\_\_\_\_

**Uppgift 9****14 poäng**

Med vilka mekanismer försöker organismen kompensera saltförlusten som sker i samband med bastubadandet?

I svaret skall man detaljerat beskriva renin-angiotensin-aldosteronsystemets funktion vid saltförlusten: aktiveringen av renin och bildandet av angiotensin och frigörandet av aldosteron i binjurebarken och dess verkningsmekanism i njurarna. Dessutom bör den minskade atriopeptidutsöndringens inverkan framgå i svaret.

**Galenos: 500, 515, 517, 519****Textmaterialet**

Personnummer:  - Släktnamn: Alla förnamn: Namnteckning: 

(bedömarens anteckningar)

**Uppgift 10****14 poäng**

Räkna ut vilken hormonkoncentrationen var i det ursprungliga provet, på basen av konstanterna och mätresultaten från provbestämningen i uppgiftskompendiet. Antag att koncentrationerna av de fria hormonerna (Hor ja Hor<sup>\*</sup>) i reaktionsblandningen ej nämnvärt ändras när de binds till A (det finns ett överskott av Hor<sup>\*</sup> och Hor i förhållande till A), med andra ord  $C_{\text{Hor}^*} \approx [\text{Hor}^*]$  och  $C_{\text{Hor}} \approx [\text{Hor}]$ . Tips: lösningen fås från uttrycket för  $C_A$ .

$$K_1 = \frac{[\text{Hor}^* \text{A}]}{[\text{Hor}^*][\text{A}]} \Leftrightarrow [\text{A}] = \frac{[\text{Hor}^* \text{A}]}{[\text{Hor}^*] K_1}$$

$$K_2 = \frac{[\text{HorA}]}{[\text{Hor}][\text{A}]} \Leftrightarrow [\text{HorA}] = K_2 [\text{Hor}][\text{A}]$$

På basen av det ovanstående fås

$$[\text{HorA}] = K_2 [\text{Hor}][\text{A}] = \frac{K_2 [\text{Hor}][\text{Hor}^* \text{A}]}{[\text{Hor}^*] K_1} = \frac{[\text{Hor}][\text{Hor}^* \text{A}]}{[\text{Hor}^*]}$$

Vilket insätts i ekvationen

$$C_A = [\text{A}] + [\text{Hor}^* \text{A}] + [\text{HorA}] \Leftrightarrow C_A = \frac{[\text{Hor}^* \text{A}]}{[\text{Hor}^*] K_1} + [\text{Hor}^* \text{A}] + \frac{[\text{Hor}][\text{Hor}^* \text{A}]}{[\text{Hor}^*]}$$

$$\Leftrightarrow [\text{Hor}] = \frac{C_A [\text{Hor}^*]}{[\text{Hor}^* \text{A}]} - \frac{1}{K_1} - [\text{Hor}^*]$$

$$\Leftrightarrow [\text{Hor}] = \frac{1,00 \cdot 10^{-16} \text{ mol/l} \cdot 3,00 \cdot 10^{-10} \text{ mol/l}}{3,74 \cdot 10^{-17} \text{ mol/l}} - \frac{1}{3,00 \cdot 10^9 \text{ l/mol}} - 3,00 \cdot 10^{-10} \text{ mol/l}$$

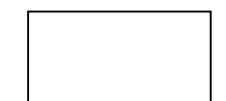
$$\Leftrightarrow [\text{Hor}] = 1,69 \cdot 10^{-10} \text{ mol/l}$$

Provet utspäddes vid tillsats i reaktionsblandningen:

hormonkoncentrationen i det ursprungliga provet = 1,000 ml/0,200 ml · [Hor]

$$= 1,000/0,200 \cdot 1,69 \cdot 10^{-10} \text{ mol/l} = \underline{8,45 \cdot 10^{-10} \text{ mol/l}}$$

**Galenos: 51-53, 74, 140-141, 212**

Personnummer:  - Släktnamn: Alla förnamn: Namnteckning: 

(bedömarens anteckningar)

**Uppgift 11****18 poäng**

a) Bastu-ugnen byts ut mot en el-ugn, där tre identiska motstånd är var för sig kopplade till en effektiv spänning på 230 V. Hur stor resistans måste varje motstånd ha för att uppvärmningstiden inte skall förändras? (5 p)

$$P = UI, U = RI \Rightarrow I = U/R, P = U^2/R, E/3 = Pt = U^2 t/R \Rightarrow R = 3 \cdot U^2 t/E$$

$$E = 22 \text{ MJ} = 22 \cdot 10^6 \text{ J}, U = 230 \text{ V}, t = 65 \text{ min} = 60 \cdot 65 \text{ s}$$

$$R = \frac{3 \cdot (230 \text{ V})^2 \cdot 60 \cdot 65 \text{ s}}{22 \cdot 10^6 \text{ J}} = 28,1331 \dots \Omega \approx 28 \Omega$$

b) Om luften i bastun är helt torr och lufttrycket i bastun är 105 kPa då badtemperaturen uppnås, hur stor andel av den energi som användes för uppvärmningen av bastun har förbrukats för att värma upp den luft som just då fyller bastun? Här antas att lufttemperaturen är den samma överallt i bastun.

$$c_{p,\text{luft}} = 1,0 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K}), \rho_{\text{luft}}(85^\circ \text{C}) = 1,02 \text{ kg}/\text{m}^3 \text{ (5 p)}$$

$$W = \chi E, W = c_{p,\text{luft}} \cdot m_{\text{luft}} \cdot \Delta T = c_{p,\text{luft}} \cdot \rho_{\text{luft}} \cdot V_{\text{luft}} \cdot \Delta T \Leftrightarrow \chi = \frac{c_{p,\text{luft}} \cdot \rho_{\text{luft}} \cdot V_{\text{luft}} \cdot \Delta T}{E}$$

$$\Delta T = 85^\circ \text{C} - 22^\circ \text{C} = 63 \text{ K}, E = 22 \text{ MJ} = 22 \cdot 10^6 \text{ J}, V_{\text{luft}} = 7,28 \text{ m}^3$$

$$c_{p,\text{luft}} = 1,0 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K}) = 1,0 \cdot 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}), \rho_{\text{luft}}(85^\circ \text{C}) = 1,02 \text{ kg}/\text{m}^3$$

$$\chi = \frac{1,0 \cdot 10^3 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K}) \cdot 1,02 \text{ kg}/\text{m}^3 \cdot 7,28 \text{ m}^3 \cdot 63 \text{ K}}{22 \cdot 10^6 \text{ J}} = 0,02126 \dots \approx 0,021 \Leftrightarrow \chi \approx 2,1 \%$$

c) Om man kastar 2,5 dl vatten (22 °C) på bastu-ugnen, så att allt vatten förångas, och ifall det inte (för stunden) finns någon utväg ur bastun för luft och man väntar tills temperaturen och luftfuktigheten i bastun har jämnat ut sig, hur mycket har då lufttrycket i bastun ökat jämfört med situationen före vattnet kastades? Du kan behandla både luft och vattenånga som idealgaser och du kan anta att de är vid 85 °C temperatur överallt i bastun. (8 p)

$$\text{Dalton} \Rightarrow p_{\text{tot}} = p_{\text{luft}} + p_{\text{vattenånga}} \Rightarrow \Delta p = p_{\text{vattenånga}} \cdot p_{\text{vattenånga}} V_{\text{vattenånga}} = n_{\text{vattenånga}} RT$$

$$n_{\text{vattenånga}} = \frac{m_{\text{vattenånga}}}{M_{\text{vattenånga}}} = \frac{m_{\text{vatten}}}{M_{\text{vatten}}} = \frac{\rho_{\text{vatten}} V_{\text{vatten}}}{M_{\text{vatten}}}$$

$$T = 85^\circ \text{C} = (85+273,15) \text{ K} = 358,15 \text{ K}, R = 8,314 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K}), V_{\text{vattenånga}} = 7,28 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{vatten}} = 2,5 \text{ dl} = 0,25 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3, \rho_{\text{vatten}}(22^\circ \text{C}) = 1,0 \cdot 10^3 \text{ kg}/\text{m}^3$$

$$M_{\text{vatten}} = 2 \cdot M_{\text{H}} + 1 \cdot M_{\text{O}} = 2 \cdot 1,0 \text{ g/mol} + 1 \cdot 16,0 \text{ g/mol} = 18,0 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$$

$$\Delta p = p_{\text{vattenånga}} = \frac{\rho_{\text{vatten}} \cdot V_{\text{vatten}} \cdot R \cdot T}{M_{\text{vatten}} \cdot V_{\text{vattenånga}}} = \frac{1,0 \cdot 10^3 \text{ kg}/\text{m}^3 \cdot 0,25 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot 8,314 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K}) \cdot 358,15 \text{ K}}{18,0 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol} \cdot 7,28 \text{ m}^3}$$

$$= 5,6808 \dots \cdot 10^3 \text{ J}/\text{m}^3 \approx 5,7 \text{ kPa}$$