

UTTAGNING TILL KEMIOLYMPIADEN 2025

TEORETISKT PROV – omgång 2



Provdatum: onsdag den 5 februari 2025

Provtid: 180 minuter. Hjälpmedel: Räknare, tabell- och formelsamling,

samt medföljande bilaga med aminosyror

Provet omfattar 9 uppgifter. Max 55 poäng

LÄS IGENOM DETTA NOGA INNAN DU PÅBÖRJAR PROVET

Alla uppgifter redovisas på svarsblanketten som du hittar i slutet av provet.

Lärarens grovrättning grundas endast på de svar som finns på svarsblanketten.

Du skall **dessutom** lämna fullständiga lösningar till de deluppgifter som är markerade med ^{RE} på separata papper.

Skriv NAMN och SKOLA på alla papper med lösningar.

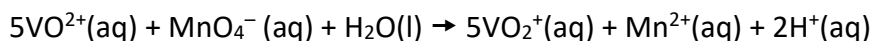
Konstanter, som inte ges i problemtexten, hämtas ur tabell/formelsamling.

Du får poäng för korrekt löst deluppgift, även om du inte behandlat hela uppgiften.

Du måste **tydligt** fylla i mobilnummer, förnamn, efternamn och mailadress på svarsblanketten.

Uppgift 1 (2 poäng) Endast ett alternativ ska väljas

Reaktionsformeln visar oxidationen av vanadium(IV)joner med permanganatjoner i sur lösning:



Hur stor volym 0,010 mol/dm³ KMnO₄ behövs för att oxidera 0,0010 mol vanadium(IV)joner fullständigt?

- (i) 5 cm³ (ii) 10 cm³ (iii) 20 cm³ (iv) 40 cm³ (v) 100 cm³

Uppgift 2 (2 poäng) Endast ett alternativ ska väljas

Vilket är oxidationstalet för uran i jonen UO₂(CO₃)₂²⁻?

- (i) +II (ii) +IV (iii) +V (iv) +VI (v) +VIII

Uppgift 3 (2 poäng) Endast ett alternativ ska väljas

Ordna följande vattenlösningar efter stigande pH. Alla lösningar har koncentrationen 0,1 mol/dm³.

- (i) Na₂CO₃ < H₂SO₄ < NaHCO₃ < NaHSO₄ < Na₂SO₄
(ii) H₂SO₄ < NaHSO₄ < Na₂SO₄ < NaHCO₃ < Na₂CO₃
(iii) H₂SO₄ < Na₂CO₃ < NaHCO₃ < Na₂SO₄ < NaHSO₄
(iv) Na₂CO₃ < NaHCO₃ < NaHSO₄ < H₂SO₄ < Na₂SO₄
(v) H₂SO₄ < Na₂SO₄ < NaHSO₄ < Na₂CO₃ < NaHCO₃

Uppgift 4 (2 poäng) Endast ett alternativ ska väljas

Hur många toppar finns i ett ¹H-NMR-spektrum för C(CH₃)₄?

- (i) 1 (ii) 2 (iii) 3 (iv) 4 (v) 12

Uppgift 5 (4 poäng) Endast ett alternativ ska väljas på varje delfråga

- a) Vilket av följande alternativ representerar elektronkonfigurationen för en silveratom?
(i) $[\text{Ar}]4d^{10}$ (ii) $[\text{Ar}]4d^{10}5s^1$ (iii) $[\text{Ar}]4d^{10}$ (iv) $[\text{Kr}]4d^{10}5s^1$ (v) $[\text{Kr}]4d^{10}5s^2$
- b) Vilket av följande representerar elektronkonfigurationen för en Cu^{2+} -jon?
(i) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$ (ii) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$
(iii) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^9$ (iv) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^9$
(v) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10}$

Uppgift 6 (12 poäng)

En kruka helt skyddad från vatten innehåller natriummetall, lite natriumoxid, Na_2O och natriumklorid, NaCl . Från krukan tar man ut ett prov som väger 0,500 g. Skriv reaktionsformler för följande två reaktioner som sker när man löser provet i vatten.

- a) Natriumoxid löses i vatten. Det bildas natriumhydroxid.
b) Natrium löses i vatten. Det bildas natriumhydroxid och vätgas.

Vid upplösning av provet i vatten bildas vätgas. Volymen gas som bildas är $220,6 \text{ cm}^3$ vid temperaturen 0°C och trycket $101,3 \text{ kPa}$.

Efter upplösning späder man lösningen till $250,0 \text{ cm}^3$. Från den utspädda lösningen tar man ut ett delprov på 25 cm^3 och titrerar med $0,112 \text{ mol/dm}^3$ saltsyra. Vid titreringen förbrukas $18,2 \text{ cm}^3$ saltsyra.

- c)^{RE} Beräkna substansmängden vätgas som bildas.
d) Skriv reaktionsformeln för den reaktion som sker vid titreringen.
e)^{RE} Beräkna substansmängden NaOH som bildas vid upplösningen av provet.
f)^{RE} Beräkna substansmängden natrium och natriumoxid i provet.
g)^{RE} Beräkna masshalten i procent av natrium, natriumoxid och natriumklorid i provet.

Uppgift 7 (13 poäng) Enzymaktivitet – Michaelis-Mentens ekvation

Ett enzym är en biologisk katalysator, det vill säga ett protein som katalyserar en viss reaktion. Reaktionshastigheten för den reaktion som enzymet katalyserar kan öka i storleksordningen 10^6 – 10^9 gånger.

Enzymers aktivitet kan inhiberas på olika sätt, till exempel genom att en inhibitor binder till enzymet och förhindrar reaktion. Vid en viss typ av inhibition binder en inhibitor till en annan del av enzymet än den aktiva ytan, och förändrar därmed enzymets struktur så att substratet inte kan binda till den aktiva ytan.

- a) Vad kallas denna typ av inhibition? Endast ett alternativ ska väljas
(i) Anti-kompetitiv inhibition (ii) Icke-kompetitiv inhibition
(iii) Reducerande inhibition (iv) Denaturerande inhibition
(v) Kompetitiv inhibition (vi) Renaturerande inhibition

En mutation i ett visst enzym gör så att en alaninrest inuti enzymet byts ut mot en valinrest. Då förlorar enzymet sin aktivitet. Om det samtidigt sker en annan mutation på ett annat ställe i peptidkedjan som gör att en isoleucinrest byts mot en glycinrest återfår dock enzymet sin aktivitet.

b)^{RE} Vad är den troligaste orsaken till att enzymet först förlorar sin aktivitet, och sedan återfår den? Motivera med högst 5 meningar.

OBS! Redovisningen av denna deluppgift görs på svarsblanketten.

Michaelis-Mentens ekvation beskriver ett enzyms kinetik:

$$v = \frac{v_{\max}[S]}{K_M + [S]}$$

Där:

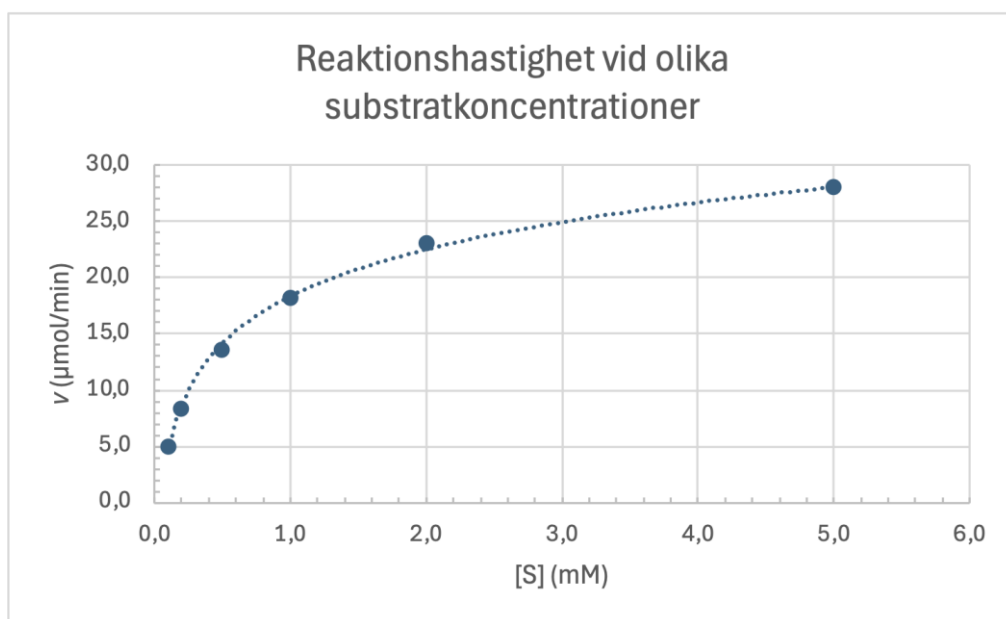
v är reaktionshastigheten;

$v_{\max}$ är den maximala reaktionshastigheten;

$[S]$ är substratets koncentration; och

K_M är den så kallade Michaelis-konstanten, som är definierad till $\frac{v_{\max}}{2}$.

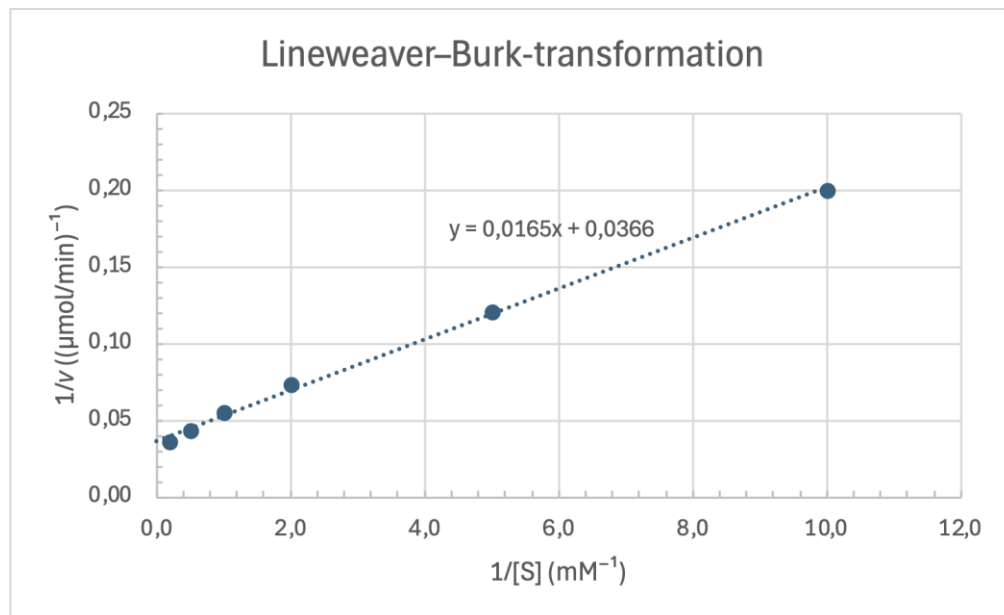
Vid ett tillfälle mätte man reaktionshastigheten v för ett visst enzym vid konstant temperatur men olika substratkoncentrationer $[S]$ och tog upp följande diagram:



Genom att invertera Michaelis-Mentens ekvation kan den transformeras till linjär form (Lineweaver–Burk-transformation):

$$\frac{1}{v} = \frac{K_M}{v_{\max}[S]} + \frac{1}{v_{\max}}$$

Då erhålls istället följande diagram:



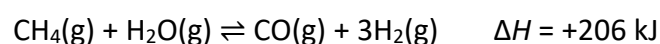
- c)^{RE} Använd information från Lineweaver–Burk-transformationen för att bestämma $v_{\max}$ och K_M för enzymreaktionen.
- d)^{RE} Vid en substratkoncentration $[S] = 0,60\text{mM}$, vilken blir reaktionshastigheten v hos ett annat enzym där $v_{\max} = 50\mu\text{mol/min}$ och $K_M = 0,40\text{mM}$?
- e)^{RE} Ett tredje enzym har ett högre värde på Michaelis-konstanten K_M än vad enzymen i fråga c och d ovan har. Vad betyder det angående det tredje enzymets affinitet för sitt substrat? Markera i svarsblanketten om affiniteten är högre, lägre, eller är oberoende av K_M . Motivera utförligt ditt val med högst 7 meningar.
OBS! Redovisningen av denna deluppgift görs på svarsblanketten.

Uppgift 8 (8 poäng) Vätgas

Förbränning av fossila bränslen såsom bensen och diesel bidrar till att förstärka växthuseffekten på vår planet. Transportsektorn står för 16 % av detta bidrag. Det talas därför om att hitta alternativa drivmedel som kan ersätta fossila bränslen och vätgas är ett sådant alternativ.

Vätgas förbränns till vattenånga som inte bidrar till att förstärka växthuseffekten. Utöver detta har vätgas också flera andra fördelar som drivmedel jämfört med fossila bränslen. Det är nämligen det energitätaste kemiska bränslet per massenhet, med nästan 3 gånger mer energiinnehåll än i motsvarande massa bensen. Den förbränns väldigt rent och bildar inte sotpartiklar eller andra avgaser i förbränningsprocessen. Den har också förmågan att förbrännas i bränsleceller som har högre verkningsgrad än förbränningsmotorer och som omvandlar den kemiska energin direkt till elektrisk energi, precis som i ett batteri.

Idag framställs dock 96 % av vätgasen från fossila bränslen i en industriell process som heter ångreformering. I den reaktionen erhålls en blandning av vätgas och kolmonoxid från metan och vattenånga i närvaro av en nickelkatalysator.



a) Vilken eller vilka av följande åtgärder förskjuter jämviktsläget åt höger?

Ett eller flera alternativ ska väljas

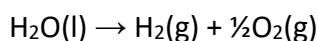
- (i) öka temperaturen (ii) minska temperaturen (iii) öka trycket
(iv) tillsätta en mer effektiv katalysator (v) minska trycket (vi) öka koncentrationen av H_2

Problemet med ångreforming är att den använder fossila bränslen och i slutändan bildas koldioxid som bidrar till att förstärka växthuseffekten, man kallar därför vätgasen som produceras genom ångreforming för grå vätgas.

Idag framställs 4 % av vätgasen genom elektrolys av vatten. Men även denna vätgas behöver inte vara förnybar eftersom elektriciteten kan komma från kraftverk som förbränner fossila bränslen såsom kolkraftverk. För att bilda grön vätgas som är helt förnybar behöver elektriciteten också komma från hållbara energikällor såsom solceller eller vindkraft.

Anta därför att du vill framställa vätgas med hjälp av solceller i ett fält med måtten 200 m x 300 m som du helt kan täcka med solceller med en verkningsgrad på 20 %. Solinstrålningen under en solig dag är i genomsnitt 1000 W/m^2 , och solen skiner effektivt i 8 timmar.

Energien som genereras av solcellerna används för att driva en elektrolysör, en apparat som spjälkar vatten till vätgas $H_2(g)$ och syrgas $O_2(g)$ vid 25°C :



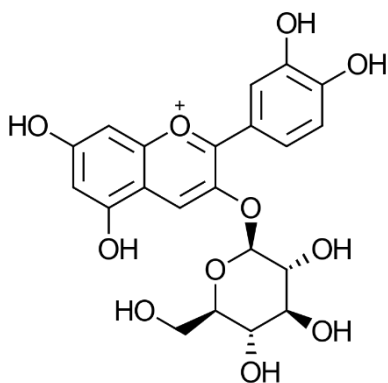
Under standardförhållanden, som antas råda här, är reduktionspotentialen för reduktionen av syre till vatten, $E^0 = 1,23 \text{ V}$. Elektrolysören har en verkningsgrad på 75 % och den bildade vätgasen lagras i 10 000 L-tankar under ett tryck av 600 bar vid rumstemperatur (25°C).

b)^{RE} Hur många mol vätgas bildas under en genomsnittlig solig dag?

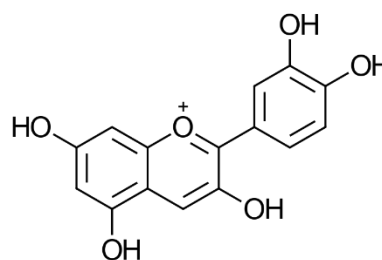
c)^{RE} Hur många 10 000 L-tankar behövs för att kunna lagra all vätgas som produceras under en genomsnittlig solig dag vid 600 bar och 25°C ?

Uppgift 9 (10 poäng)

Antocyaniner är en grupp färgämnen som ofta förekommer i naturen som glukosiderade antocyanidiner. Dessa färgämnen förekommer i många blommor, frukter och bär och ger upphov till bland annat den starka färgen i växter så som blåklint, rosor och pelargoner men även i bär som jordgubbar, blåbär och hallon. En vanligt förekommande antocyanin är krysantemin (cyanidin-3-glukosid) som finns i bland annat björnbär, blåbär och hallon. Nedan visas strukturerna för antocyaninen krysantemin och motsvarande antocyanidin, cyanidin.



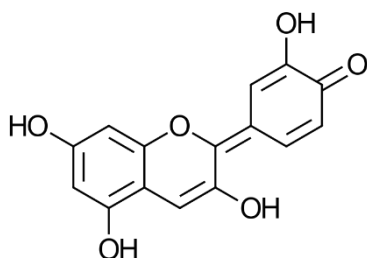
Krysantemin



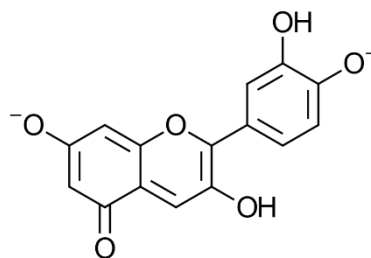
Cyanidin

Många antocyanidiner, och därmed antocyaniner, är pH-känsliga vilket är orsaken till att exempelvis saften från blåbär och rödkål kan användas som pH-indikatorer. Strukturerna **A-D** nedan visar cyanidin vid olika pH.

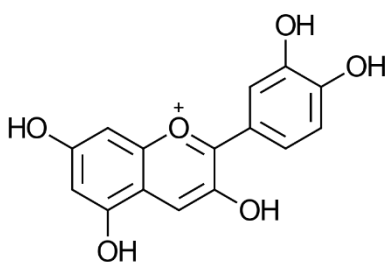
- a) Rangordna strukturerna nedan från lägst till högst pH.



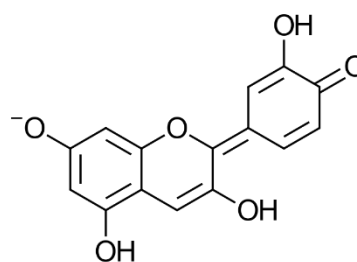
A



B



C



D

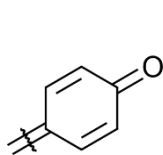
Det är inte bara pH-värdet som påverkar färgen utan den beror även på halten av vissa metalljoner, till exempel Fe^{3+} . Järnjonerna binder till antocyanidin i konkurrens med vätejoner vilket leder till att den mindre protonerade strukturen stabiliseras.

- b) Vilket pH-värde skulle indikatorns färg indikera om man använder cyanidin som pH-indikator i en kraftigt buffrad neutral lösning till vilken man tillsätter Fe^{3+} -joner? Denna tillsats påverkar inte pH. Endast ett alternativ ska väljas.
- (i) $\text{pH} < 7$ (ii) $\text{pH} = 7$ (iii) $\text{pH} > 7$
- c) Vad är den snävaste definitionen för en kemisk förening där en metalljon binder kovalent till en eller flera atomer, joner eller molekyler? Endast ett alternativ ska väljas.
- (i) Legering (ii) Komplex (iii) Salt (iv) Molekyl

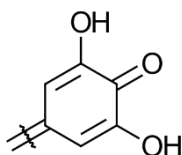
Krysantemin är den huvudsakliga antocyaninen i björnbär. För att bestämma halten krysantemin i björnbär extraherades krysantemin ur 10,0 g björnbär vilket resulterade i 1,00 dm³ provlösning. Absorbansen för lösningen mättes till 0,446 i en 1 cm kyvett vid 520 nm. Den molära absorbansen för krysantemin är 21865 dm³ mol⁻¹ cm⁻¹ vid 520 nm och molmassan 449,38 g/mol.

- d)^{RE} Beräkna masshalten krysantemin i björnbär i ppm. (1 ppm = 1 mg per kg bär)

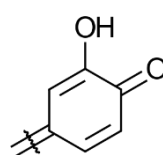
Cyanidin, delfinidin, pelargonidin och petunidin är alla antocyanidiner vars strukturer är identiska bortsett från övre högra ringen. Nedan visas strukturerna för denna ring i respektive ämne.



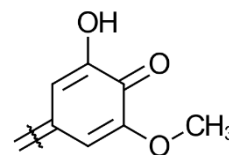
Pelargonidin



Delfinidin



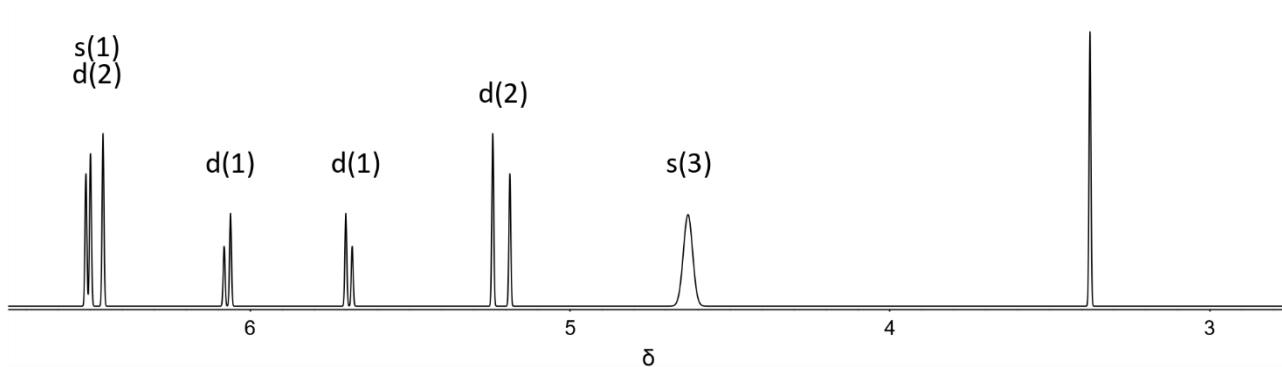
Cyanidin



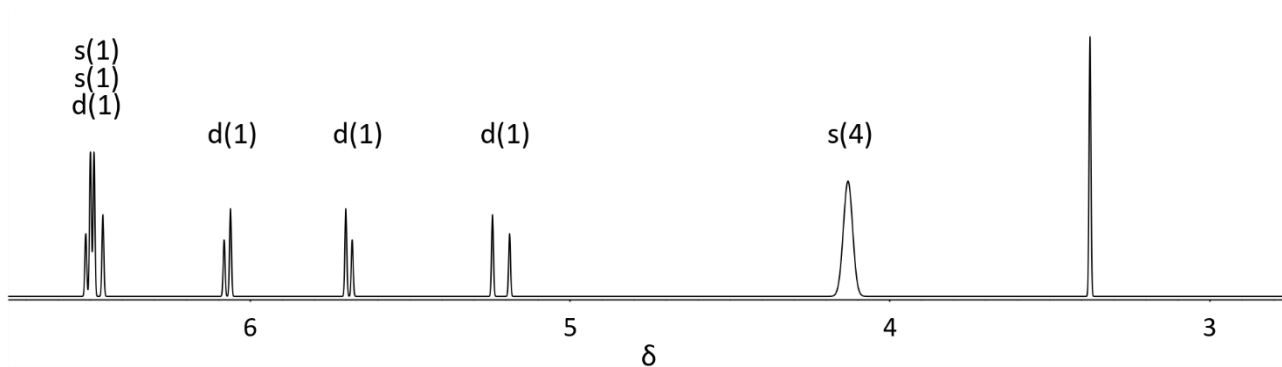
Petunidin

- e) Nedan visas fyra ^1H -NMR-spektrum, **A-D**. Avgör vilket spektrum som hör till cyanidin, delfinidin, pelargonidin respektive petunidin. (2p)

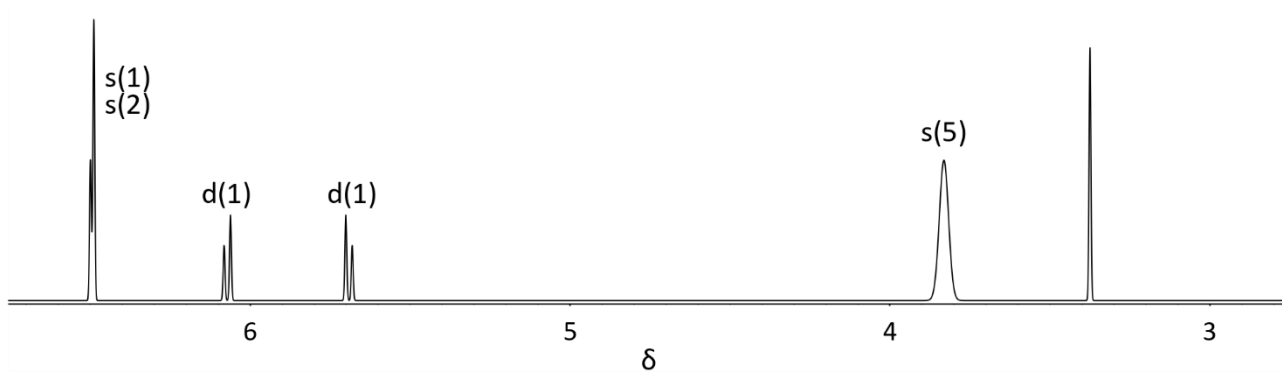
A



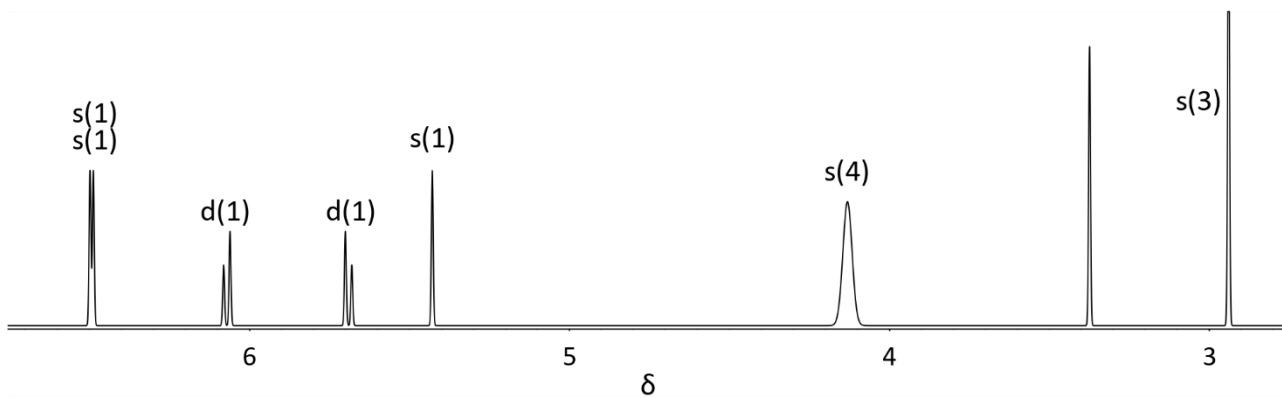
B



C

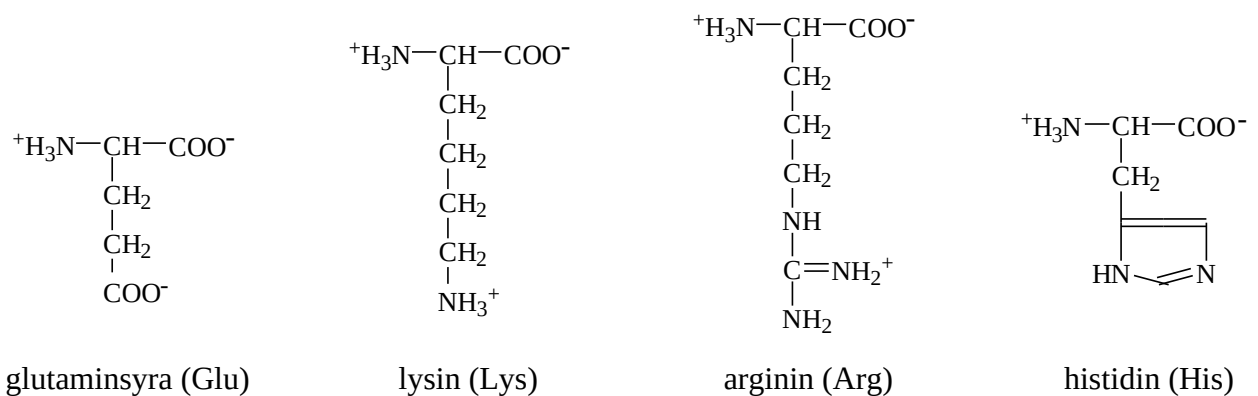
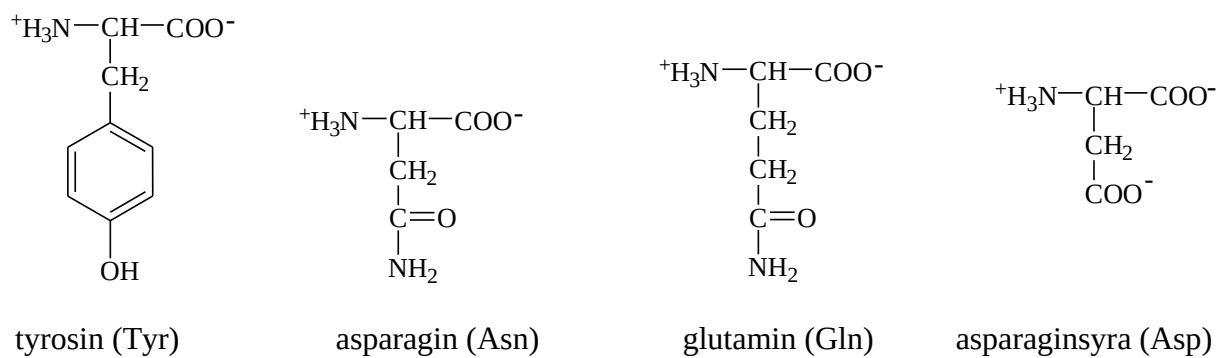
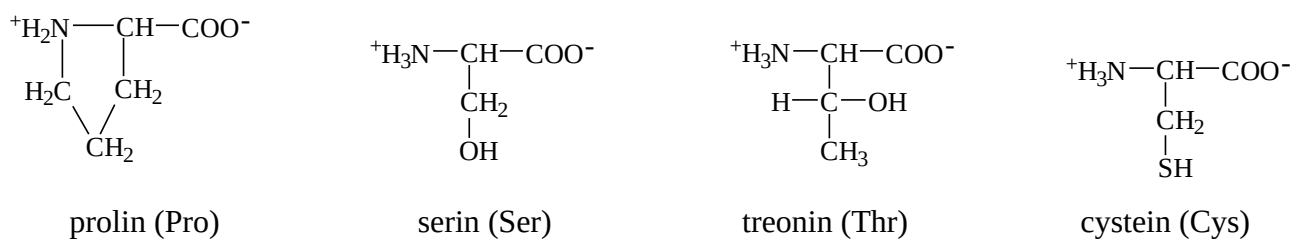
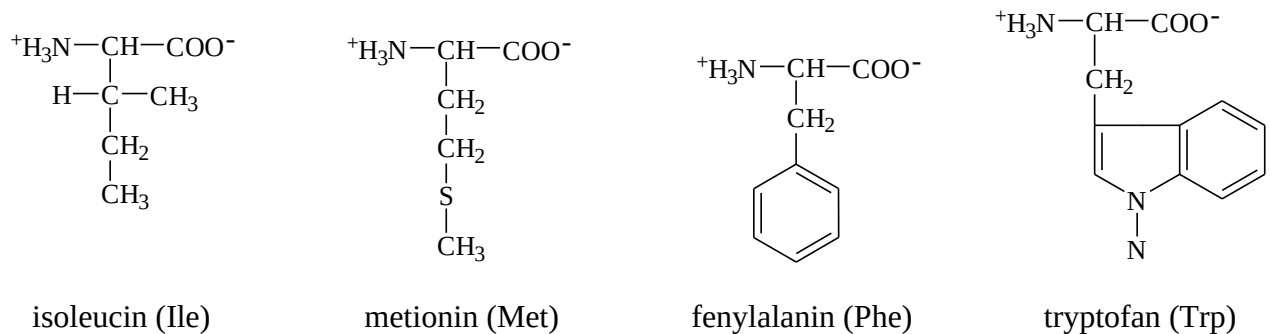
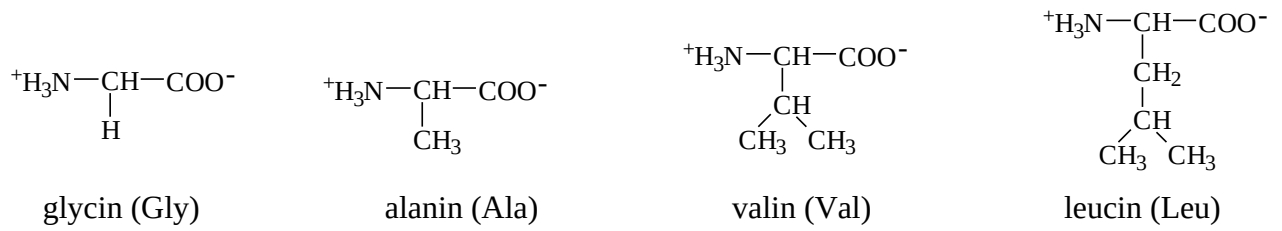


D



De 20 vanliga aminosyrorna

Aminosyrornas formler är givna för pH 7,3



SVARSBLANKETT TILL KEMIOLYMPIADEN 2025, OMGÅNG 2

Namn: _____ Födelsedatum: _____

Skola: _____

Hemadress: _____ Postnr, ort: _____

e-post: _____ Tel. nr _____

☐ Jag tillåter att mitt namn, min skola och mitt poängresultat inkluderas i resultatlistan som publiceras på Kemisamfundets hemsida och skickas ut till deltagande skolor.

Uppg.	Endast svar på denna blankett. Inga uträkningar. Ringa in rätt svar på flervalsfrågorna. Deluppgifter med index ^{RE} ska <u>även</u> redovisas fullständigt på särskilt papper.	Poäng	L	
1	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii) (iv) (v)	2		
2	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii) (iv) (v)	2		
3	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii) (iv) (v)	2		
4	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii) (iv) (v)	2		
5a	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii) (iv) (v)	2		
5b	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii) (iv) (v)	2		
6a	Reaktionsformel:	1		
6b	Reaktionsformel:	1		
6c ^{RE}	$n(\text{H}_2) =$ mol	2		
6d	Reaktionsformel:	1		
6e ^{RE}	$n(\text{NaOH}) =$ mol	2		
6f ^{RE}	$n(\text{Na}) =$ mol ; $n(\text{Na}_2\text{O}) =$ mol	3		
6g ^{RE}	Masshalt Na: Masshalt Na ₂ O: Masshalt NaCl:	2		

7a	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii) (iv) (v)	2		
7b^{RE}	Motivering:	2		
7c^{RE}	$v_{\max} =$ $\mu\text{mol/min}$; $K_M =$ mM	4		
7d^{RE}	$v =$ $\mu\text{mol/min}$	2		
7e^{RE}	Affiniteten är: ___högre ___lägre ___oberoende av K_M Motivering:	3		

8a	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii) (iv) (v) (vi)	2		
8b^{RE}	$n(\text{H}_2) =$ mol	4		
8c^{RE}	Antal tankar: stycken	2		
9a	Lägst pH _____ Högst pH _____	2		
9b	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii)	1		
9c	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii) (iv)	1		
9d^{RE}	Masshalt = ppm	3		
9e	Cyanidin: _____ Delfinidin: _____ Pelargonidin: _____ Petunidin: _____	3		
	TOTALPOÄNG	55		