



## PROVET I KEMI 3.10.2019 BESKRIVNING AV GODA SVAR

Denna fil är inte nödvändigtvis fullkomligt tillgänglig för till exempel användare av skärmläsningssprogram, eftersom filen innehåller formler.

Grunderna enligt vilka bedömningen gjorts framkommer i de slutgiltiga beskrivningarna av goda svar. Uppgiften om hur bedömningsgrunderna tillämpats på examinandens provprestation utgörs av de poäng som examinanden fått för sin provprestation, de slutgiltiga beskrivningarna av goda svar och de föreskrifter gällande bedömningen som nämnden gett i sina föreskrifter och anvisningar. De slutgiltiga beskrivningarna av goda svar innehåller och beskriver inte nödvändigtvis alla godkända svarsalternativ eller alla godkända detaljer i ett godkänt svar. Eventuella bedömningsmarkeringar i provprestationerna anses vara jämfällbara med anteckningar och sålunda ger de, eller avsaknaden av markeringar, inte direkta uppgifter om hur bedömningsgrunderna tillämpats på provprestationen.

Med studentexamensprovet utreds om studerandena tillägnat sig de kunskaper och färdigheter som anges i gymnasiet läroplan och uppnått tillräcklig mognad enligt målen för gymnasieutbildningen. Målet för bedömningen i läroämnet kemi är en förståelse för och en tillämpning av den kemiska kunskapen. Vid bedömningen beaktas även de färdigheter med vilka man tillägnat sig experimentell kunskap och förmåga att behandla den. Till sådan kunskap hör till exempel planering av experiment, trygg hantering av arbetsredskap och reagens, presentation och tolkning av resultat samt förmåga att dra slutsatser och tillämpa dem.

Vid bedömningen av uppgifterna i kemi läggs vikten vid ett framställningssätt som betonar läroämnets karaktär och vid precision i begreppen och språkbruket. Reaktionsformlerna ställs upp utan oxidationstal med minsta möjliga heltalskoefficienter och med aggregations-tillstånden angivna. I organiska reaktionsformler används strukturformler, men aggregations-tillstånd krävs inte. Olika sätt att skriva strukturformler godkänns.

I beräkningsuppgifter bör storhetsekvationer och formler användas på ett sätt som visar att examinanden förstått uppgiften rätt och tillämpat korrekt princip eller lag i sin lösning. Av svaret framgår entydigt hur man når slutresultatet, men omfattande mellansteg behövs inte. CAS-program kan utnyttjas i uppgiftens olika skeden. Beteckningssättens betydelse betonas i centrala skeden, som framställning av principer och lagar samt slutresultat och slutsatser. Slutresultaten ges med enheter och med den noggrannhet som utgångsvärdena kräver, och slutsatserna motiveras.

Mätresultat och grafer som ritats utgående från dessa utnyttjas vid analys av data och då man drar slutsatser. Till mätpunkterna anpassas en vederbörlig rät linje eller kurva, till exempel med hjälp av någon anpassningsfunktion. Om mätpunkterna ligger nära varandra behöver en egentlig anpassningsfunktion inte införas, utan det räcker med att förena punkterna. Värderna som ligger mellan mätpunkterna kan interpoleras med ögonmått genom visuell avläsning av grafen eller med ett lämpligt program. Axlarnas namn, enheter och skalan märks ut i grafen. I grafen anges sådana punkter som är väsentliga för slutsatserna, som ekvivalenspunkten för en titrerkurva eller tangenten som används när man beräknar en hastighet vid en given tidpunkt.

I essäsvår och förklarande svar kompletteras texten vanligen med reaktionsformler, ekvationer eller teckningar. Fenomenen som behandlas beskrivs på makroskopisk, mikroskopisk och symbolisk nivå. Av svaret framgår att det material som hör ihop med uppgiften har använts, tillämpats, analyserats och bedömts i enlighet med uppgiftsgivningen. Ett svar på god nivå är välstrukturerat och innehållsmässigt konsekvent.

Svaren bedöms enligt de kriterier som gäller för respektive uppgift. Utgångspunkten vid bedömningen är de förtjänster för vilka poäng ansamlas. Om examinandens svar har delats upp på ett annat sätt än det som uppgiftsgivningen utgår ifrån beaktas förtjänster, felaktigheter och motstridigheter som omnämns i andra skeden av uppgiften vid bedömningen inom ramen för de begränsningar poängfördelningen tillåter. Om en central kemisk princip saknas eller är felaktig avslutas poängansamlingen. Då godkänns inte fortplantning av det felaktiga resultatet (ej-FF). För övriga brister eller fel godkänns fortplantning av det felaktiga resultatet (FF), och då fortsätter ansamlingen av poäng efter bristfälligheten eller felet. I de krävande uppgifterna mot slutet av provet förutsätts en större precision i behandlingen av principer än i de grundläggande uppgifterna i början av provet. Ur kemisk synvinkel inexakt språkbruk, små räknefel

eller slarvig användning av närmevärden orsakar avdrag på 0–3 p.

Poäng kan vara *fristående* (fi. *itsenäisiä*) eller *bundna* (fi. *sidottuja*). I den svenska texten används för tydlighetens skull samma förkortningar som i den finska motsvarande texten (översättarens anmärkning). För ett **fristående poäng (ip.)** räcker det att de saker som krävs för ifrågavarande poäng är korrekta oberoende av om svaret i övrigt är korrekt. Ett **bundet poäng** är bundet till att den föregående saken varit korrekt.

## DEL I

### 1. Flervalsuppgifter från kemins olika delområden (20 p.)

- |  |        |
|--|--------|
| 1.1. kalium, K   | (2 p.) |
| 1.2. He, H <sub>2</sub> S, H <sub>2</sub> O, Fe            | (2 p.) |
| 1.3. propan  | (2 p.) |
| 1.4. -3 i ammoniak, +5 i salpetersyra och +4 i kvävedioxid | (2 p.) |
| 1.5. genom att oxidera propanal                            | (2 p.) |
| 1.6. 2 mol/l HCl och 2 g CaCO <sub>3</sub> -pulver         | (2 p.) |
| 1.7. Ag/Ag <sup>+</sup>                                    | (2 p.) |
| 1.8. 0,14 mol  | (2 p.) |
| 1.9. 3,65 g  | (2 p.) |
| 1.10. +800 kJ  | (2 p.) |

## DEL II

### 2. Rostborttagning och korrosionsskydd (15 p.)

#### 2.1. (9 p.)

$$n(\text{oxalsyra}) = c \cdot V \quad (1 \text{ p.})$$

$$= 1,50 \text{ l} \cdot 0,140 \text{ mol/l} = 0,21000 \text{ mol} \quad (1 \text{ p.})$$

Motivering av stökiometrin (kan också framgå indirekt ur beräkningen):

$$n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 1/6 \cdot n(\text{oxalsyra}) \quad (2 \text{ ip.})^*$$

*Stökiometrin bör tillämpas på substansmängden och på rätt föreningar.*

$$= 1/6 \cdot 0,21000 \text{ mol} = 0,035000 \text{ mol} \quad (1 \text{ p.})$$

$$M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = (2 \cdot 55,85 + 3 \cdot 16,00) \text{ g/mol} \quad (1 \text{ ip.})$$

$$= 159,7 \text{ g/mol} \quad (159,70 \text{ g/mol})$$

$$m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = n \cdot M \quad (1 \text{ ip.})$$

*Formeln bör tillämpas på rätt förening.*

$$= 0,035000 \text{ mol} \cdot (159,70) \text{ g/mol} = 5,5895 \text{ g} \quad (1 \text{ p.})$$

Man kan avlägsna 5,59 g rost. (1 p.)

*\*) ip och sp har förklarats i inledningen*

#### 2.2. (6 p.)

I svaret ges och motiveras olika sätt med vilka järnets rostande kan minskas.

Omnämmande ger 1 p./sätt, motivering högst 2 p./sätt.

Till exempel:

- Ytan målas eller ytbeläggs med till exempel plast.

Målfärgen eller ytbeläggningen hindrar syre från att nå järnytan och hindrar på så sätt järnets yta från att oxideras.

- Järnet ytbeläggs med en oädel metall som till exempel zink.

Även om det skulle bildas en skråma i ytbeläggningen kommer den oädlare ytbeläggningmetallen först att oxideras och först sedan oxideras järnet.

- Man använder en offeranod.

Till exempel fäster man en metallbit som är oädlare än järn vid båtar av stål. Den oädlare metallen oxideras först och skyddar på så sätt järnet från att oxideras.

- Omgivningen där järnet används kan förändras.

Till exempel kan en elektrolyt som är i kontakt med järnet avlägsnas genom att torka eller så kan syre som löst sig i elektrolyten avlägsnas.

- Man kan använda en korrosionsinhibitor som hindrar järnets oxidationsreaktion eller gör den långsammare.

### 3. Frukters och grönsakers hållbarhet (15 p.)

#### 3.1. (3 p.)



Svar:

Granskas att	Poäng
cyklopropens strukturformel ritats	1 ip.
strukturen innehåller en metylgrupp	1 sp.
metylgruppen finns vid det 1. kolet med avseende på C=C -bindningen	1 sp.
<b>totalt max.</b>	<b>3 p.</b>

### 3.2. (4 p.)

Föreningarna **A**, **C**, **D** och **G** är isomerer av 1-metylcyklopropen. (4 p.)

Jämfört med 1-metylcyklopropen finns det fler kolatomer i **B**, fler väte- och kolatomer i **E** och fler väteatomer i **F** och **H** (förklaring krävs inte).

- 1 p./rätt bokstav

- Fel och överlopps bokstäver -1 p./ bokstav

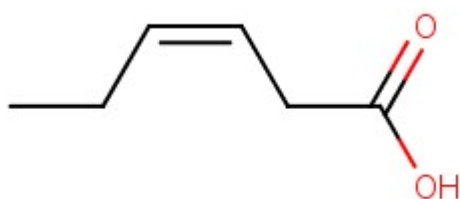
### 3.3. (4 p.)

Metanol är en polär förening (eller metanolmolekylen innehåller en polär OH-grupp). Mellan metanolmolekylerna finns det vätebindningar och dispersionskrafter.

Eten är en opolär förening (eller etenmolekylerna innehåller enbart svagt polära C-H-bindningar och opolära C-C-bindningar). Därför finns det mellan etanmolekylerna bara dispersionskrafter vilka är svagare än vätebindningar. Det är en allmän regel att ju starkare bindningarna eller växelverkningarna mellan en förenings molekyler är desto högre är föreningens kokpunkt (jämförelse mellan växelverkningarna i eten och metanol samt slutsats).

Granskas att man i svaret har	Poäng
<b>kombinerat</b> <u>eten</u> och <u>dispersionskrafter</u>	1 p.
<b>kombinerat</b> <u>metanol</u> och <u>vätebindningar</u> / <u>dipol-dipolbindningar</u>	1 p.
<b>specificerat</b> att dispersionskrafter och vätebindningar förekommer <u>mellan molekylerna</u>	1 p.
<b>jämfört</b> styrkorna för <b>rätt bindningar</b> (dispersionskrafter och vätebindningar/dipol-dipolbindningar) och <b>framställt en slutsats</b>	1 p.
<b>totalt max</b>	<b>4 p.</b>

### 3.4. (4 p.)



Svar:

Granskas att	Poäng	Preciseringar av poängsättningen
en strukturformel med öppen kedja som innehåller 6 C-atomer har ritats	1 ip.	
det i strukturformen finns EN -COOH	1 ip.	- Na-salt: 0 p., FF - alla övriga funktionella grupper: 0 p., ej-FF
det i strukturformeln finns en C=C -bindning på rätt ställe	1 sp.	
<i>cis</i> -isomeren ritats upp	1 sp.	
<b>totalt max</b>	<b>4 p.</b>	

### 4. Energiförändringar och hastigheten för en reaktion (15 p.)

#### 4.1. (4 p.)

Vattnets temperatur stiger. (1 ip.)

Reaktionens  $\Delta H < 0$  (1 ip.)

vilket visar att reaktionen är exoterm, det vill säga **värmeenergi frigörs** och som en följd av detta stiger vattnets temperatur. (2 ip.)

#### 4.2. (3 p.)

Värmeenergi binds i vattnets sönderfallsreaktion. (1 ip.)

Reaktionens  $\Delta H > 0$  (1 ip.)

vilket visar att reaktionen är endoterm, det vill säga **den binder värmeenergi**. (slutsats)  
(1 sp.)

#### 4.3. (4 p.)

Båda reaktionernas hastighet stiger. En höjning av temperaturen försnabbar reaktionen eftersom antalet gynnsamma kollisioner som leder till en reaktion då ökar per tidsenhet.  
(Reaktionens  $\Delta H$ -värde inverkar inte på detta.)

#### Poängsättning:

Reaktionshastigheten för NaOH:s upplösningsreaktion växer (1 ip.)

Motivering med kollisionsteorin (1 sp.)

Reaktionshastigheten för vattnets sönderfallsreaktion växer (1 ip.)

Motivering med kollisionsteorin (1 sp.)

#### 4.4. (4 p.)

Med reaktionens aktiveringsenergi avses den energitröskel som kollisionerna måste överskrida för att reaktionen skall starta. (2 p.)

Aktiveringsenergin kan minskas genom att använda en katalysator. (2 p.)

*Om felaktiga metoder nämnts, -1 p./metod; max -2 p.*

### 5. Alkalimetallers egenskaper (15 p.)

#### 5.1. (9 p.)

Litium och kalium har en elektron på sitt yttersta elektronskal/skrivits ut **de rätta** elektronkonfigurationerna (1 p. Li och 1 p. K). (2 p.)

De avger lätt sin ytterelektron. (1 p.)



Atomstorleken växer då man går nedåt i en grupp ELLER kaliumatomen är större än litiumatomen, för att (1 p.)

då man går nedåt i gruppen börjar ett nytt elektronskal att fyllas för varje ny period.

ELLER

kaliumatomen använder fyra elektronskal medan litiumatomen använder två

ELLER

det blir då fler elektronskal. (2 p.)

Den atom som är längst ned i gruppen har sin **yttersta elektron längst från kärnan** och därför lossnar den elektronen lättast. (2 p.)

Därmed är kalium mer reaktivt än litium. (1 p.)

### 5.2. (4 p.)

$\text{Li}^+$ - och  $\text{K}^+$ -jonerna kan bilda **jon-dipolbindningar/(kovalenta) koordinationsbindningar** med kronetrarna. (2 p.)

Kronetrarnas **syreatomer har en negativ delladdning/fria elektronpar**, (1 p.)

som **katjonen/den positiva jonen/litium- och kaliumjonerna** (eftersom det i uppgiftsgivningen specificerats vilka joner som granskas) **kan bindas till**. (1 sp.)

### 5.3. (2 p.)

Bindningen som en jon bildar till kronetern är desto starkare ju starkare eller ju fler jon-dipolbindningar jonen kan bilda med syreatomerna i eterringen. Om jonens storlek är sådan att jonen kommer närmare alla syreatomerna i ringen kommer jon-dipolväxelverkan att vara starkare än om jonen är längre från syreatomerna. Litiumjonen är mindre än kaliumjonen. Den lilla  $\text{Li}^+$ -jonen binds effektivt till 12-kron-4 som har en liten ring, medan den större kaliumjonen binds effektivt till 18-kron-6.

### Poängsättning:

- **jämfört** jonernas storlek med kronetrarnas öppningars storlek (1 p.)

- **motivering med hjälp av bindningarna:** bindningen är desto kraftigare ju kraftigare (fler av i moment 5.2. nämnda) bindningar det bildas / ju närmare syreatomerna jonen kan komma. (1 p.)

## 6. Hydrering av ett omättat fett (15 p.)

### 6.1. (10 p.)

$$m(\text{H}_2) = 186,2 \text{ g} - 182,4 \text{ g} = 3,8 \text{ g} \quad (2 \text{ p.})$$

$$n(\text{H}_2) = n/M = 3,8 \text{ g} / (2 \cdot 1,008 \text{ g/mol}) = 1,88492 \text{ mol} \quad (1 \text{ p.})$$

$$n(\text{C}=\text{C}) = n(\text{H}_2) \quad (2 \text{ p.})$$

*(Kan framgå indirekt ur beräkningen eller t.ex. genom att beräkna antalet vätemolekyler och C=C-bindningar med hjälp av Avogadros konstant.)*

$$n(\text{C}=\text{C}) = 1,88492 \text{ mol} \quad (1 \text{ p.})$$

$$n(\text{triglycerid}) = 182,4 \text{ g} / 873,3 \text{ g/mol} = 0,208863 \text{ mol} \quad (1 \text{ p.})$$

$$n(\text{H}_2) / n(\text{triglycerid}) = 1,88492 : 0,208863 = 9 : 1 \quad (2 \text{ p.})$$

Det fanns nio C=C-bindningar i molekylstrukturen för den triglycerid som var utgångsämne. (1 p.)

### 6.2. (5 p.)

Smältpunkten stiger.

Dubbelbindningen mellan kolatomerna åstadkommer en betydande böjning av kolvätekedjan, vilket beror på bindningens *cis*-struktur. Därför kan en omättad kolvätekedja inte packas lika nära en bredvidliggande kolvätekedja som raka mättade kolvätekedjor kan. Då kommer det att finnas mindre dispersionskrafter mellan kolvätekedjorna än mellan mättade kedjor och därför är smältpunkten högre för mättade fetter än för omättade fetter.

### Poängsättning:

Granskas att	Poäng	Preciseringar av poängsättningen
Smältpunkten stiger	1 ip.	
Hydreringen leder till att kol(väte)kedjorna blir	1 ip.	Alternativa formuleringar: <ul style="list-style-type: none"><li>Dubbelbindningarna <b>vrider/böjer/svänger</b> kol(väte)kedjan</li></ul>

Granskas att	Poäng	Preciseringar av poängsättningen
<b>rakare</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• C=C förorsakar svängning/vridning/böjning av kol(väte)kedjan</li> <li>• strukturen öppnas</li> <li>• <b>Förgrening duger inte</b></li> </ul>
föregående orsakas av <b>cis/Z-C=C</b>	1 sp.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kan framgå ur en figur</li> </ul>
Efter hydreringen kan kol(vätekedjorna) <b>packas</b> bättre	1 ip.	Alternativa formuleringar: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommer <b>närmare</b> varandra/placerar sig närmare varandra/tätare</li> <li>• Kan framgå ur en figur</li> </ul>
Som följd av hydreringen <b>utökas dispersionskrafterna mellan</b> glyceridmolekylerna/kol(väte)kedjorna	1 ip.	Det måste framgå att dispersionskrafterna verkar mellan kedjorna/molekylerna.

## 7. Tillverkning av blandningar i köket (15 p.)

### 7.1. (5 p.)

	Poäng	Preciseringar av poängsättningen
<b>Observationer:</b> Exempel på godkända observationer: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vattnets färg förändras då tepåsen placeras i vattnet.</li> <li>• Den del som inte löser sig i vatten blir kvar i tepåsen.</li> <li>• Ingen klar gränssyta mellan faser kan observeras.</li> <li>• Färgen blandas småningom i vattenvolymen.</li> <li>• Då man håller vattnet finns det rikligt med gasbubblor i vattnet.</li> <li>• Teet är något grumligt.</li> </ul>	3 x 1 ip.	Inga poäng: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tepåsen upplöses i vattnet.</li> <li>• Te och vatten reagerar med varandra.</li> <li>• Teet löser sig snabbt i det heta vattnet</li> <li>• Vattnet är hett.</li> <li>• Vatten kondenserar på övre kanten av koppen (så vattnet är hett).</li> </ul> (Bara de observationer som är relevanta för bildandet av blandningen har poängsatts.)
<b>Förklaringar:</b> Exempel på godkända förklaringar:	1 ip.	Inga poäng: <ul style="list-style-type: none"> <li>• det sker osmos</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ur teet upplöses/extraheras (färgade) vattenlösliga ämnen i vattnet.</li> <li>• De färgade ämnen som upplösts ur vattnet blandas jämt på grund av diffusion.</li> <li>• Polära (fasta ämnen) färgämnen upplöses i det polära vattnet.</li> </ul>		
<p><b>Slutsats:</b></p> <p>Det bildas en <b>lösning / homogen / enhetlig blandning.</b></p>	1 ip.	
<p><b>ELLER:</b></p> <p><b>förklaringar:</b></p> <p>Till exempel:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Små partiklar som inte är vattenlösliga kan komma genom påsen och blandas i vattnet.</li> <li>• Det bildas en grumlig blandning där grumligheten beror på luftbubblor/fasta partiklar</li> </ul> <p><b>Slutsats:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Det bildas en <b>heterogen/ oenhetlig</b> blandning</li> </ul>	1 ip.	
	1 sp. (bundet till förklaringen)	

## 7.2. (5 p.)

	Poäng	Preciseringar av poängsättningen
<p><b>Observationer:</b></p> <p><b>Skede 1:</b></p> <p>Olivolja och matättika bildar skilda faser i flaskan. /Oljan blir på ytan av matättikan.</p>	1 ip.	(Bara de observationer som är relevanta för bildandet av blandningen har poängsatts.)
	1 ip.	

	Poäng	Preciseringar av poängsättningen
<p><b>Skede 2</b> (omblandning och upplarning): Då flaskan skakas bildar olivoljan små vätskedroppar i matättikan. / Då flaskan skakas bildas en grumlig blandning. / Ämnena ser ut att blandas / lösas i varandra men separeras till slut.</p>		
<p><b>Förklaringar:</b></p> <p><b>Olivoljan är opolär och matättikan</b> (ättiksyrans vattenlösning) är <b>polär</b> så de löser sig inte i varandra utan bildar skilda lager.</p> <p>Matättikan har en större <b>tät- het/densitet</b> än olivoljan och därför är ättikan på botten.</p>	<p>1 ip.</p> <p>1 ip.</p>	<p>Inga poäng: Ämnena blandas inte tillsammans för det ena ämnet är polärt och det andra är opolärt.</p> <p>Inga poäng: Oljan är lättare/ättikan är tyngre</p>
<p><b>Slutsats:</b> Olivoljan och matättikan bildar en (momentan) <b>emulsion / heterogen / kolloidal</b> vätskevätskeblandning</p>	<p>1 ip.</p>	

### 7.3. (5 p.)

	Poäng	Preciseringar av poängsättningen
<p><b>Observationer:</b></p> <p>Observationer som ger poäng:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Grädden är i vätskeformig i början.</li></ul>	<p>3 x 1 ip.</p>	<p>Inga poäng:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>massan växer (det kan inte observeras i videon)</li><li>det bildas en homogen blandning</li><li>gräddens färg</li></ul>

	Poäng	Preciseringar av poängsättningen
<ul style="list-style-type: none"> <li>Då den vispas växer dess volym / den blir fluffigare.</li> <li>Grädden blir mer fast / tjockare (viskositeten ökar).</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>skum (nämndes i uppgiftsgivningen)</li> </ul>
<b>Förklaringar:</b> Då grädden vispas blandas det in <b>luft / gas</b> i den.	1 ip.	Inga poäng: <ul style="list-style-type: none"> <li>syre tillsätts då man blandar om / det blandas in syre i grädden</li> <li>grädden reagerar med luftens molekyler</li> </ul>
<b>Slutsats:</b> Vispad grädde är en (heterogen) <b>gas-vätskeblandning / kolloid</b>	1 ip.	En grundlig analys av hur kolloiden bildas kan ersätta ett observationspoäng.

## 8. Jämviktsreaktionen för tillverkning av vätejodid (15 p.)

### 8.1. (9 p.)

Uttrycket för jämviktskonstanten:  $K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2] \cdot [I_2]}$  (1 ip.)

Uttrycket för jämviktskonstanten kan framgå indirekt ur en korrekt insättning av värden.

Beräkning av de nya jämviktskoncentrationerna (tabellen krävs inte):

	H <sub>2</sub> (g)	+ I <sub>2</sub> (g)	⇌	2 HI(g)
I början (mol/l)	0,034	0,046		0,123
Vid jämvikt (mol/l)	0,034 - x	0,046 - x		0,123 + 2x

(3 p.)

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2] \cdot [I_2]} = \frac{(0,123 + 2x)^2}{(0,034 - x) \cdot (0,046 - x)} = 50,2 \quad (1 \text{ p.})$$

$$46,2 x^2 - 4,508 x + 0,0633838 = 0$$

ur vilket erhålls  $x = 0,0170339$  (eller  $x = 0,0805418$ ) (1 p.)

Motivering av det korrekta x-värdet:

Det större värdet måste lämnas bort för annars skulle koncentrationerna av

utgångsämnen bli negativa.

(1 p.)

Jämviktskoncentrationerna är:

$$[\text{H}_2] = 0,034 - x = (0,034 - 0,0170339) \text{ mol/l} = 0,0169661 \text{ mol/l} \approx 0,017 \text{ mol/l}$$

$$[\text{I}_2] = 0,046 - x = (0,046 - 0,0170339) \text{ mol/l} = 0,0289661 \text{ mol/l} \approx 0,029 \text{ mol/l}$$

$$[\text{HI}] = 0,123 + 2x = (0,123 + 2 \cdot 0,0170339) \text{ mol/l} = 0,1570678 \text{ mol/l} \approx 0,157 \text{ mol/l}$$

(2 p.)

### 8.2. (3 p.)

Värdet för reaktionens jämviktskonstant stiger då temperaturen stiger.

(2 p.)

ELLER

Då temperaturen stiger förskjuts jämvikten mot produkterna.

ELLER

Då temperaturen stiger växer produktens jämviktskoncentration medan reaktanternas minskar.

**Slutsats:** Reaktionen är endoterm.

(1 p.)

- *Slutsats som baserar sig på en beräkning av reaktionsentalpis värde med hjälp av bindningsentalpierna godkänns.*

### 8.3. (3 p.)

**Observation:**

Då kärlets volym minskas kommer **trycket att stiga**.

(1 ip.)

**Motivering:**

(Enligt Le Châteliers princip förskjuts jämviktsläget vid en tryckökning mot den riktning i vilken antalet mol gasformiga ämnen är mindre.) I reaktionen

$\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{HI}(\text{g})$  finns det **lika många mol (gas)** av utgångsämnen som av produkter och därför inverkar inte en tryckökning / minskning av kärlets volym på substansmängderna för utgångsämnen och produkter.

(1 p.)

**Slutsats:**

Substansmängden av vätejodid är alltså **lika stor** som i utgångsläget.

*poänget är bundet till motiveringen.*

(1 sp.)

## DEL III

### 9. Cirkulär ekonomi och återanvändning av metaller (20 p.)

#### 9.1. (8 p.)

Järn, aluminium och bly är tämligen allmänna i jordskorpan men däremot är guld och platina inte allmänna. (1 p.)

Alla dessa metaller har en hög återanvändningsgrad, över 50 %. (1 p.)

Slutsats: återanvändningsgraden är inte proportionell mot förekomsten i jordskorpan. (1 p.)

Olika orsaker till varför metallernas (Fe, Al, Pb, Pt, Au) återanvändningsgrader är höga. (högst 1 p./orsak, totalt högst 5 p.):

Fungerande retur- och återanvändningssystem, till exempel

- Det finns fungerande pantsystem för retur av aluminiumburkar.
- Det finns ett flertal företag som specialiserat sig på återanvändning av metallskrot. Den största delen av metallskrotet är järnskrot (till exempel skrotbilar).
- Ett flertal aktörer anordnar insamlingar av skrotguld (till exempel hushållens smycken).
- Det finns insamlingspunkter för blyackumulatorer runt om i landet vid vilka konsumenterna gratis kan lämna in en ackumulator.

Metallens skadlighet, till exempel

- På grund av blyets skadliga egenskaper har man skapat ett väl fungerande återanvändningssystem för ackumulatorer. Blyackumulatorer är farligt avfall vilket lagstiftningen påbjuder att skall återanvändas.

Metallens pris, till exempel

- Då en metall har ett högt pris (Pt, Au) blir det ekonomiskt lönsamt att ta till vara också små mängder och därför har insamling anordnats. Guld och platina är ädelmetaller vilka bevarar sitt värde väl.



En riklig användning av metallen, tillgängligheten på metallskrot och ekonomiskt lönsam återanvändning, till exempel

- Järn är en betydande industrimetall som används i stor utsträckning. Tillgången på järnskrot är god så man har skapat ett återanvändningssystem som är ekonomiskt lönsamt.
- Aluminium är en betydande industrimetall som används i stor utsträckning så det har varit ekonomiskt lönsamt att utveckla återanvändningssystem och -teknologier för aluminiumet.
- Stora mängder bly har länge använts i bilars startackumulatorer. Marknadsvärdet för blyackumulatoravfall är gott.

Återanvändningsteknologier och utvecklingen av sådana, till exempel

- Dessa metaller förekommer i de flesta tillämpningar som rena metaller eller som metallblandningar. Separationen/tillvaratagandet av dem ur apparater och material som återanvänds är oftast lättare ur en teknologisk synvinkel än av en metall som förekommer i metallföreningar.
- Vid framställningen av stål utnyttjas en stor mängd återanvänt stål eftersom man skapat en välfungerande teknologi som möjliggör återanvändningen.
- Då man använder återanvända råmaterial kan man spara energi vid framställningen av ifrågavarande metaller. Till exempel förbrukar smältningen av återanvänt aluminium bara ca 5 % av den energi som behövs för att framställa motsvarande mängd aluminium ur bauxit.
- Värdet av dessa metaller bevaras väl i återanvändningen eftersom den återanvända metallen ofta används till samma ändamål som den härstammar från. Till exempel smälter man ned de återanvända aluminiumburkarna och av metallsmältan framställer man nya burkar. Dessa metaller kan återanvändas flera gånger utan att deras egenskaper försvagas och förlustprocenten är liten vid återanvändningen.

## 9.2. (7 p.)

Mål för granskning	Poäng	Precisering av poängsättningen
Betydelsen /nuläget för användningsändamålet av litium är förklarad	1 p./ ändamål	sammanlagt högst 4 p.

Mål för granskning	Poäng	Precisering av poängsättningen
<b>Orsak</b> till att användningen / behovet av litium ökat	1 p./ orsak	sammanlagt högst 4 p.

Om **användningsändamål diskuteras** enbart på en allmän nivå genom att upprepa tabellinformationen, max 1 p.

### 9.3. (5 p.)

Orsaker till den låga återanvändningsgraden av litium (1p. /orsak, högst 3 p.), till exempel:

- Litium förekommer oftast i form av föreningar i användningsändamålen. Olika litiumföreningar används för olika ändamål vilket gör det krångligare att utveckla teknologier för separeringen.
- Det finns ofta bara små mängder litium i olika användningsändamål, i vilka det också förekommer många övriga föreningar/metaller.
- Litium är inte så dyrt som till exempel guld och platina så det är svårare att åstadkomma en lönsam återanvändning av litium.

Ökning av återanvändningsgraden av litium (1p. / metod, högst 3 p.),

till exempel:

- Insamlingen och sorteringen av använda litiumackumulatorer kunde effektiveras, till exempel kunde man skapa ett pantsystem för returnering av ackumulatorer, uthyrnings- och leasingssystem för mobiltelefoner kunde utvecklas (där mobiltelefonen returneras till butiken eller tillverkaren som anordnar återanvändningen).
- Konsumentupplysningen om betydelsen av återanvändning kunde utökas.
- Ackumulatorernas uppbyggnad utvecklas så att det är lättare att avlägsna litiumet (ekodesign).
- Elbilar blir vanligare och då behövs det mer litiumackumulatorer. Då det finns fler ackumulatorer att återanvända blir det mer lönsamt att anordna återanvändningen.
- Metoder för att separera litium utvecklas.

- Marknaden för återvänt litium effektiveras (till exempel ekonomiska incentiv så som skattelättnader eller förpliktelser att använda återanvända metaller).
- Ackumulatorteknologin utvecklas så att ackumulatorerna förblir funktionsdugliga under bilens hela livslängd. Återanvändningen kan arrangeras centraliserat vid skrotningsanläggningar för bilar.

## 10. Titreringskurvor för syror (20 p.)

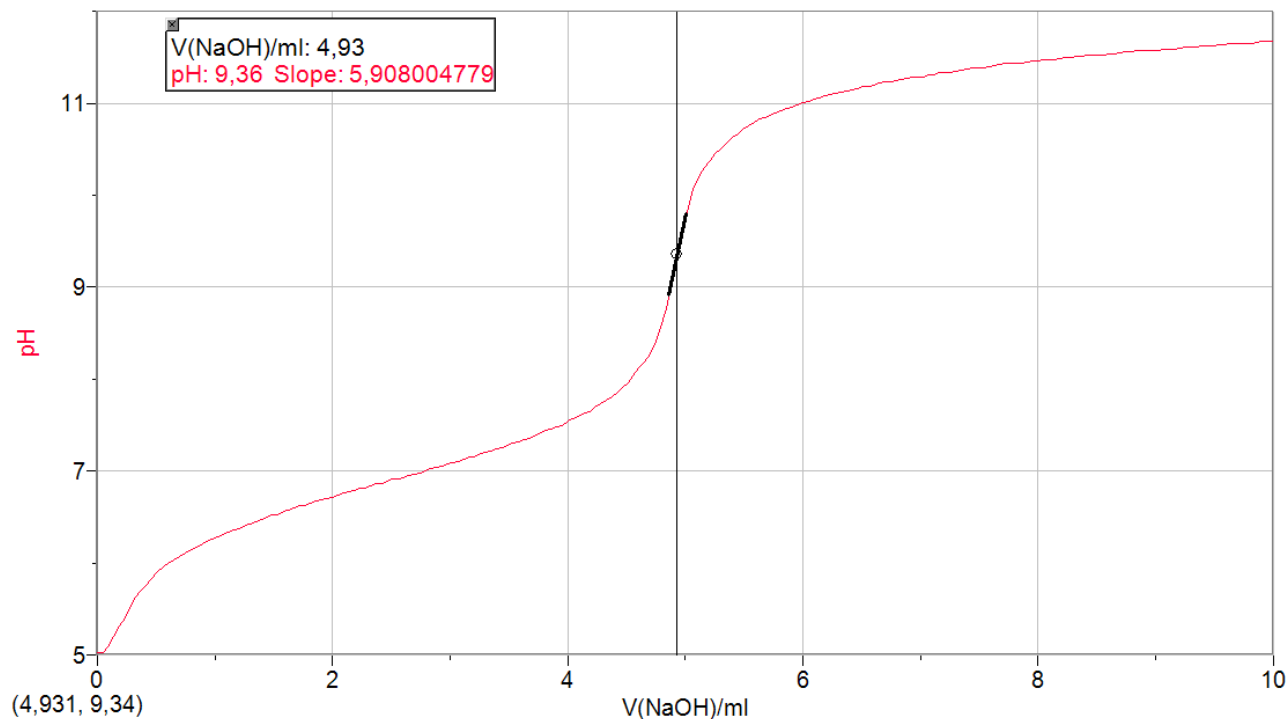
### 10.1. (6 p.)

**Grafen har ritats rätt** med det valda programmet eller uppritandet av grafen har förklarats i ord. (1 ip.)

**Axlarna har valts rätt och namngivits med storheter** eller detta har förklarats i ord. (1 ip.)

**Ekvivalenspunkten är utmärkt i grafen** eller förklarad i ord. (1 ip.)

Nedan visas en skärmdump från LoggerPro-programmet. Också övriga program kan användas.



**Åtgången av NaOH är 4,9 ml vid ekvivalenspunkten.** (1 p.)

- godkänns 4,8 ml och 5,0 ml
- avrundning på annat sätt, 0 p.

**Syran HY har identifierats som svag syra** (1 ip.)

och **motiverats korrekt** (1 sp.)

**Exempel på godkända motiveringar**

- pH-värdet vid ekvivalenspunkten är över 7
- hela titrerkurvan har beskrivits ända från början och den har bundits till titrerkurvan för en svag syra
- anknytning till buffertområdet förutsätter att början av kurvan beaktats  
(I början av kurvan ses att pH-värdet stiger på ett sätt som inte förekommer då man titrerar en stark syra.)
- hänvisning till pH-värdet i början förutsätter beräkning.

**Som motivering godkänns inte utan en noggrann beskrivning:**

- pH-värdet i början är högt  
(Utan en beräkning av pH-värdet i början kan man inte leda sig till om syran är stark eller svag)
- Buffertlösningsförklaringar  
(Ett likadant område förekommer då man titrerar en utspädd lösning av en stark syra)
- Hänvisningar till titrerkurvans allmänna form

**10.2. (7 p.)**

Den totala substansmängden av syran HZ:

$$n(\text{HZ}) = n(\text{NaOH}) = c \cdot V = 0,100 \text{ mol/l} \cdot 8,41 \cdot 10^{-3} \text{ l} = 8,41 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

(1 p.)

och syrans utgångskoncentration

$$c_{\text{början}}(\text{HZ}) = n/V = 8,41 \cdot 10^{-4} \text{ mol} / 0,1000 \text{ l} = 8,41 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

(1 p.)

Oxoniumjonkoncentrationen i syraprovet i utgångsläget innan tillsatsen av natriumhydroxid:

$$10^{-3,42} = 3,80189 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$$

**OCH**

Vid jämviktssituationen är koncentrationen av basformen av syran HZ lika stor som oxoniumjonkoncentrationen. (1 p.)

Koncentrationen av syraformen av syran HZ i jämviktssituationen erhålls genom att subtrahera  $3,80189 \cdot 10^{-4}$  mol/l (eller  $10^{-3,42}$ ) från utgångskoncentrationen. (1 p.)

Eller samma i tabellform:

Granskning av syrans protolys:

	$\text{HZ(aq)} + \text{H}_2\text{O(l)} \rightleftharpoons \text{Z}^{\text{-}}(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$		
början (mol/l)	0,00841	0	0
jämvikt (mol/l)	$0,00841 - 10^{-3,42}$	$10^{-3,42}$	$10^{-3,42}$

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{Z}^-]}{[\text{HZ}]} \quad (1 \text{ ip.})$$

(1 ip.)

$$= \frac{\left(10^{-3,42} \frac{\text{mol}}{\text{l}}\right)^2}{\left(0,00841 - 10^{-3,42}\right) \frac{\text{mol}}{\text{l}}} = 1,800 \cdot 10^{-5} \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

(1 p.)

*Syrakonstantens uttryck godkänns också på basen av den numeriska insättningen, men bara om värdena är rätt.*

Svar: Syrakonstanten för syran HZ är  $1,8 \cdot 10^{-5}$  mol/l (2 p.)

### 10.3. (7 p.)

$$K_b = K_w / K_a = 1,008 \cdot 10^{-14} (\text{mol/l})^2 / 1,800 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l} = 5,600 \cdot 10^{-10} \text{ mol/l} \quad (1 \text{ p.})$$

- Beräkning med värdet  $1,0 \cdot 10^{-14} (\text{mol/l})^2$  för vattnets jonprodukt godkänns,  $K_b = 5,556 \cdot 10^{-10} \text{ mol/l}$
- Beräkning med vilket som helst  $K_a$ -värde från moment 10.2., FF.

Vid ekvivalenspunkten:

Substansmängden av den konjugerade basen är  $n(\text{Z}^-) = 8,41 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

Lösningens volym  $V = 100,0 \text{ ml} + 8,41 \text{ ml} = 108,41 \text{ ml}$

Utgångskoncentrationen av basen är

$$c_{\text{början}} = n/V = 8,41 \cdot 10^{-4} \text{ mol} / 0,10841 \text{ l} \approx 7,7576 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l.}$$

(1 p.)

Vid ekvivalenspunkten råder jämviktssituationen, uttryckt med en tabell eller på annat sätt:

	$Z^-$	$+ H_2O$	$\rightleftharpoons$	$OH^-$	$+ HZ$
början (mol/l)	$7,7576 \cdot 10^{-3}$			0	0
jämv. (mol/l)	$7,7576 \cdot 10^{-3} - x$			x	x

$$K_b = \frac{[OH^-] \cdot [HZ]}{[Z^-]} = \frac{x \cdot x}{c_{\text{början}} - x} = \frac{x^2}{7,7576 \cdot 10^{-3} - x} = 5,600 \cdot 10^{-10}$$

(1 p.)

Vi löser ut  $x = 2,0840 \cdot 10^{-6}$  (eller  $x = -2,0846 \cdot 10^{-6}$ , den negativa roten duger ej)

$$x = [OH^-] \quad (1 \text{ p.})$$

$$pH = 14,00 - pOH = 14,00 - (-\lg[OH^-]) = 14,00 - (-\lg 2,0840 \cdot 10^{-6}) = 8,3189 \approx 8,32$$

Svar: pH-värdet vid ekvivalenspunkten är 8,32.

(1 p.)

## 11. Isolering av piperin ur svartpeppar (20 p.)

### 11.1. (12 p.)

#### 1. Kokning av svartpepparpulvret i lösningsmedlet (högst 4 p.)

##### Beskrivning:

- Beskrivning av hur extraktionen utförs (vägning, överförande till kärlet, omrörning) (1 p.)
- Beskrivning av hur filtreringen utförs (redskap, filtrerpapper) (1 p.)

##### Förklaring:

- Man använder svartpepparpulver/mald svartpeppar/finfördelad peppar så att **upplösningen skall ske effektivare.** (1 p.)
- Under kokningen löser sig **piperin** samt övriga organiska föreningar ur svartpepparn i diklormetanet. (1 p.)

- Metoden kallas **extraktion**. (1 p.)
- Lösningen och de beståndsdelar som inte löst sig separeras från varandra genom filtrering. (1 p.)
  
- (Kemisk) motivering:**
- I piperinets struktur finns både opolära delar (kolvätestammen) och polära delar (en amidgrupp och två polära etergrupper). (1 p.)
- Extraktionen blir mer effektiv då temperaturen höjs och/eller extraktionstiden förlängs. (1 p.)
- Ur den givna löslighetsinformationen ses att **diklormetan** löser sig i både vatten och i de flesta organiska lösningsmedel, så det **upplöser både polära och opolära organiska föreningar**. (1 p.)
  
- Filtreringen kan effektiveras genom sugfiltrering. (0 p.)
- Diklormetan är opolärt och det löser opolära föreningar [enbart detta]. (0 p.)
- Lika löser lika, utan att sambandet med uppgiftens kontext framgår. (0 p.)
- Alla förklaringar som baserar sig på reaktioner (bl.a. den malda pepparn reagerar snabbare, etern reagerar med kvarstoden, det heta hexanet/acetonet ökar reaktionshastigheten). (0 p.)

## 2. Destillering och kristallisering (högst 6 p.)

### Beskrivning:

- Under destilleringen **avlägsnas diklormetan** (och andra flyktiga föreningar) (1 p.)
- Ångan kondenseras till vätska i kylaren och samlas upp ELLER destillationsapparaturens destilleringskolv och kylarens placering/funktion i övrigt beskriven i ord ELLER ritat **kylare och destilleringskolv i rätt ordningsföljd** (1 p.)
- Den bruna oljeaktiga **återstoden** i destilleringskolven **innehåller piperin** och andra ämnen som löst sig ur svartpepparn. (1 p.)
- Piperin utkristalliserar inte **i ren form** / den är **blandad med andra föreningar** som löst sig ur svartpepparet, vilket ses som en brunaktig färg. (1 p.)

### Förklaring:

- I destillationsapparaturen upphettas blandningen tills det ämne som har den lägsta kokpunkten/det ämne som lättast avdunstar/kokar förångas/kokar.  
ELLER Man destillerar den förening / låter den föreningen avdunsta, vars kokpunkt är **lägre** än de extraherade föreningarnas kokpunkt.  
ELLER Ämnena som separeras har tillräckligt stor **skillnad i kokpunkterna**. (1 p.)
- Då man sätter till kall dietyleter till återstoden (och blandningen avkyls) kommer piperinets **löslighet** i dietyleterna att **minska**, och då **kristalliseras piperinet/faller piperinet ut/kommer piperinet ut** ur lösningen. (1 p.)
- **Orenheter /övriga** extraherade föreningar blir kvar i (moder)lösningen. (1 p.)

### Motivering:

- Diklormetan har en låg kokpunkt eftersom det är 1) en relativt småmolekylär förening och 2) det är polärt men bindningarna mellan molekylerna är dipol-dipolbindningar / diklormetan bildar inte vätebindningar.  
(båda, 1+2, krävs) (1 p.)
- Destillering baserar sig på kokpunkterna (saknas "olika"). (0 p.)
- Vatten destilleras bort. (0 p.)
- Dikloorimetan är opolärt. (0 p.)
- Dietylietern fryser inte (förklaringen kontrolleras inte). (0 p.)
- Kokstenarna gör kokningen jämnare. (0 p.)
- Återstoden innehåller [enbart] piperin (0 p.)
- **Beskrivning av filtreringen**  
**(ger förtjänst bara till skede 1, inte två gånger).** (0 p.)

### 3. Rengöring (högst 4 p.)

#### Beskrivning:

- Rengöringen av kristallerna utnyttjar **omkristalliserings**metoden. (1 p.)
- Noggrannare beskrivning: **kristallerna** som separeras ur lösningen **är renare** än det ämne som upplöstes i lösningen, (1 p.)
- **Piperinkristallerna separeras från vätskefasen med filtrering / filtrering**



skiljer kristallerna från (moder)lösningen. (1 p.)

*(Piperinet kan ha omnämnts tidigare men här måste framgå att man har en uppfattning om vad kristallerna är.)*

### **Förklaring och motivering:**

- Kristallerna är renare för **orenheterna/de övriga ämnena löser sig bättre / hålls bättre upplösta i lösningsmedlet** än det ämne som kristalliseras (1 p.)
- **Det orena piperinet / de extraherade ämnena / råprodukten** från föregående skede **löser sig bra i den heta** aceton-hexanblandningen. (1 p.)
- Då blandningen **avkyls** minskar **piperinets** löslighet och det **kristalliseras / faller ut** ur lösningen. (1 p.)
- Orenheterna förblir upplösta för det finns bara en liten mängd av dem/de har starkare växelverkningsmedel. (1 p.)
- Med hjälp av **långsam** avkylning erhåller man en kristallin produkt. (1 p.)
- Filtreringen baserar sig på ämnens olika partikelstorlekar/partiklarnas relativt stora storlek (kan också ingå i beskrivningen av arbetskedena eller förekomma i skede 1, förtjänst bara en gång) (1 p.)
- I tvätten sköljer man bort den (moder)lösning/de orenheter/övriga föreningar som blivit kvar mellan kristallerna/på kristallernas yta/bland kristallerna (1 p.)
- Tvättlösningen måste vara kall så att inte piperinkristallerna skall lösa sig i den. (1 p.)
- Dietyltern avdunstar under torkningen. (1 p.)
  
- Orenheter löser sig bättre då de är polära/förklarar omkristalliseringen med hjälp av polaritet. (Ett ämnes opolära eller polära egenskaper avgör inte ensamt om ämnet kristalliseras eller blir kvar i lösningen.) (0 p.)
- Lösningen söndrar fällningens kristallstruktur. (0 p.)
- Beskrivning av filtreringen (förtjänst bara i skede 1, inte två gånger.) (0 p.)

### **11.2. (8 p.)**

I svaret konstateras allmänt att metoderna ger information om piperinets renhet

och struktur utan att analysmetoden är specificerad. (0 p.)

I svaret konstateras allmänt att mätvärden kan jämföras med kända värden (vilket ger information om piperinets renhet och struktur) utan att analysmetoden är specificerad. (0 p.)

### Smältpunkten (max 2 p.)

Ett skarpt smältpunktsintervall/en skarp smältpunkt är ett tecken på renhet. (1 p.)

Orenheter inverkar på smältpunkten (behöver inte specificeras) (1 p.)

Smältpunkten jämförs med kända/piperinets/litteraturvärden (1 p.)

Avvikelsen förklarad: oren förening eller en annan förening (1 p.)

Samma ämne som har samma kristallstruktur har också samma smältpunkt (1 p.)

Smältpunkten ger ingen information om piperinets struktur. (0 p.)

### Tunnskiktskromatografi (max 3 p.)

Den **allmänna principen** för kromatografi beskrivs: rörlig fas/vätskefas/lösningsmedel + fast fas/orörlig fas/ytblagd skiva/adsorbent. Båda faserna krävs. (1 p.)

Olika ämnen fastnar med olika styrka vid skivans yta / den fasta fasen (1 p.)

och de stiger till olika höjd/rör sig med olika hastighet/producerar prickar på olika ställen (punkter, spår) (1 p.)

då de drivs framåt av lösningsmedelsfronten/drivna av (det rörliga) lösningsmedlet. (Kan också förklaras med hjälp av  $R_f$ -värdet.) (1 p.)

Skillnaden förklaras med olika polaritet/vätebindande (funktionella) grupper (1 p.)

Prickarna/ämnena **observeras** med bara ögat/UV-ljus/genom färgning (1 p.)

Renhet: om man urskiljer flera prickar är provet inte rent. (1 p.)

Piperinet kan identifieras (ur kromatogrammet) med hjälp av det kända  $R_f$ -värdet eller med hjälp av ett referensprov (ena räcker). (1 p.)

Man kan analysera små provmängder (0 p.)

Man kan separera/identifiera mycket likartade ämnen (0 p.)

Beståndsdelarna i blandningen kan skiljas från varandra (0 p.)

Ämnena skiljer sig från varandra på basen av massan/storleken. (0 p.)

### IR (max 3 p.)

- IR-spektroskopi baserar sig på vibrationer/töjningar hos molekylens olika **bindningar/delar**, (1 p.)
- till exempel C=C, C-C, C-H, C=O, C-O, C-N-bindningar. (1 p.)
- Vågtal/spektrets skala har förklarats (1 p.)
- Ur spektret kan man identifiera funktionella grupper, (1 p.)
- till exempel amidgrupp, etergrupp, alkenylgrupp (som exempel godkänns också motsvarande föreningsklasser) (1 p.)
- Provets IR-spektrum jämförs med spektret för rent piperin/spektrum ur litteraturen. (1 p.)
- Orenheter ses som överlopps pikar (krävs inte jämförelse). (1 p.)

### NMR (max 3 p.)

- NMR baserar sig på växelverknningen mellan **atomkärnor** och **radiovågor** i ett kraftigt **magnetfält/ i en kraftig magnet**. (1 p.)
- Till exempel  $^1\text{H}$  och  $^{13}\text{C}$ -kärnor (övre index krävs inte) (1 p.)
- Ur spektret ser man/kan man bestämma H-atomernas/C-atomernas (relativa) mängd (1 p.)
- samt hurdan kemisk omgivning/hurdant kemiskt skift de har (kan också vara som ett exempel). (1 p.)
- Provets NMR-spektrum jämförs med spektret för rent piperin / spektrum ur litteraturen. (1 p.)
- Orenheter syns som överlopps pikar. (1 p.)
- Mängden orenheter kan bestämmas ur spektret. (1 p.)
- Ur NMR-spektret identifieras funktionella grupper. (0 p.)

*NMR- och IR-spektrometri förklarar förtjänstfullt men NMR- och IR-termerna omkastade:  
NMR max 2 p. IR max 2 p.*