

**DI-hakukohteiden esivalintakoe**  
**Förurvalsprov för DI-ansökningsalternativen**  
**28.5.2020**

## KYSYMYKSET

## FRÅGOR

### OHJEET

Valintakokeessa on neljä osiota. Sinun tulee vastata yhteensä kahteen (2) osioon: pakolliseen matematiikan osioon sekä yhteen (1) valinnaiseen osioon. Valinnaiset osiot ovat fysiikka, kemia ja ongelmanratkaisu. Matematiikan osiossa vastaa kaikkiin tehtäviin. Merkitse kaikki vastaukset koejärjestelmään. Tarkemmat ohjeet löydät koejärjestelmästä.

### ANVISNINGAR

Urvalsprovet består av fyra delar. Du bör svara på totalt två (2) delar: den obligatoriska matematikdelen och en (1) valfri del. De valfria delarna är fysik, kemi och problemlösning. I matematikdelen bör du besvara alla uppgifter. Fyll i alla dina svar i provsystemet. Tydligare anvisningar hittar du i provsystemet.

### Osio 1 : Matematiikka

Valitse yksi vaihtoehto (A–D) kuhunkin kysymykseen (1–6). Vastaa kaikkiin kolmeen tehtävään (yht. 18 kysymystä). Oikea vastaus: 1 p. Väärä vastaus tai ei valintaa: 0 p.

#### Matematiikka | Tehtävä 1.

1. Suuri värikynärasia maksaa tammikuussa 52,92 euroa. Helmikuussa hinta nousee 9 %. Kuinka paljon värikynärasia maksaa hinnan nousun jälkeen? (1 p.)  
A. 61,92 euroa  
B. 100,55 euroa  
C. 58,15 euroa  
D. 57,68 euroa
2. Suuri värikynärasia maksaa tammikuussa 52,92 euroa. Helmikuussa hinta laskee 9 %. Kuinka paljon värikynärasia maksaa hinnan laskun jälkeen? (1 p.)  
A. 5,29 euroa  
B. 48,16 euroa  
C. 48,55 euroa  
D. 43,92 euroa
3. Suuri värikynärasia maksaa tammikuussa 52,92 euroa. Helmikuussa hinta ensin laskee 9 % ja tämän jälkeen se nousee 9 %. Kuinka paljon värikynärasia maksaa hinnanmuutosten jälkeen? (1 p.)  
A. 52,49 euroa  
B. 52,92 euroa  
C. 10,05 euroa  
D. 53,35 euroa
4. Neliön  $N$  sivun pituus on 4 m. Laske neliön  $N$  pinta-ala. (1 p.)  
A.  $8 \text{ m}^2$   
B.  $16 \text{ m}^2$   
C.  $4 \text{ m}^2$   
D.  $64 \text{ m}^2$
5. Tasakylkisen kolmion  $K$  kanta on 6 m ja korkeus on 10 m. Laske kolmion  $K$  pinta-ala. (1 p.)  
A.  $6 \cdot \sqrt{109} \text{ m}^2$   
B.  $3 \cdot \sqrt{109} \text{ m}^2$   
C.  $60 \text{ m}^2$   
D.  $30 \text{ m}^2$
6. Tasakylkisen kolmion  $K$  kanta on 2 m ja korkeus 4 m. Laske kolmion  $T$  piiri. (1 p.)  
A. 10 m  
B. 8 m  
C.  $(5 + \sqrt{17}) \text{ m}$   
D.  $(2 \cdot \sqrt{17} + 2) \text{ m}$

**Matematiikka | Tehtävä 2.**

1. Valitse se laskutoimitus, jolla on täsmälleen sama tulos kuin laskulla  $2 \cdot \frac{4}{9}$ . (1 p.)
- A.  $\frac{2 \cdot 2}{3 \cdot 3}$
  - B.  $\frac{2 \cdot 4}{9}$
  - C.  $\frac{2 \cdot 4}{2 \cdot 9}$
  - D.  $\frac{4}{2 \cdot 9}$
2. Valitse se laskutoimitus, jolla on täsmälleen sama tulos kuin laskulla  $\frac{4}{9} + \frac{2}{3}$ . (1 p.)
- A.  $\frac{4+2}{9+3}$
  - B.  $\frac{2+2}{3}$
  - C.  $\frac{4+6}{9}$
  - D.  $\frac{4+2}{9}$
3. Valitse se laskutoimitus, jolla on täsmälleen sama tulos kuin laskulla  $\frac{4}{9} - \frac{2}{3}$ . (1 p.)
- A.  $\frac{4-2}{9}$
  - B.  $\frac{4-2}{9-3}$
  - C.  $\frac{2-2}{3}$
  - D.  $\frac{4-6}{9}$
4. Valitse se laskutoimitus, jolla on täsmälleen sama tulos kuin laskulla  $\frac{4}{9} \cdot \frac{2}{3}$ . (1 p.)
- A.  $\frac{4 \cdot 2}{9 \cdot 3}$
  - B.  $\frac{4 \cdot 3}{9 \cdot 2}$
  - C.  $\frac{4 \cdot 2}{9}$
  - D.  $\frac{4 \cdot 2}{3}$
5. Valitse se laskutoimitus, jolla on täsmälleen sama tulos kuin laskulla  $\frac{4}{9} : \frac{2}{3}$ . (1 p.)
- A.  $\frac{4+2}{9+3}$
  - B.  $\frac{4}{9} \cdot \frac{3}{2}$
  - C.  $\frac{9}{4} \cdot \frac{2}{3}$
  - D.  $\frac{9}{4} \cdot \frac{3}{2}$
6. Valitse se laskutoimitus, jolla on täsmälleen sama tulos kuin laskulla  $\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{-4}{9} + \frac{2}{-3}\right)$ . (1 p.)
- A.  $\frac{-4-6}{2 \cdot 9}$
  - B.  $\frac{4+6}{2 \cdot 9}$
  - C.  $\frac{-4+2}{2 \cdot (9-3)}$
  - D.  $\frac{4-2}{2 \cdot (9-3)}$

**Matematiikka | Tehtävä 3.**

1. Valitse se yhtälö, jolla on täsmälleen sama ratkaisu kuin yhtälöllä  $x + 9 = 2$ . (1 p.)
  - A.  $-x = 7$
  - B.  $x - 9 = -7$
  - C.  $\frac{x}{9} = \frac{2}{9}$
  - D.  $x - 2 = 49$
  
2. Valitse se yhtälö, jolla on täsmälleen sama ratkaisu kuin yhtälöllä  $9x = 3$ . (1 p.)
  - A.  $\frac{9x}{3} = 1$
  - B.  $(9 - 3)x = 0$
  - C.  $(3 - 9)x = 0$
  - D.  $\frac{3x}{9} = 1$
  
3. Valitse se yhtälö, jolla on täsmälleen samat ratkaisut kuin yhtälöllä  $x^2 = 4$ . (1 p.)
  - A.  $x - 2 = 0$
  - B.  $|x| = 2$
  - C.  $x - \sqrt{2} = 0$
  - D.  $|x| = \sqrt{2}$
  
4. Anna yhtälön  $|x| = 4$  kaikki reaaliarvoiset ratkaisut. (1 p.)
  - A.  $x = 4$
  - B.  $x \in \{-4, 4\}$
  - C.  $x = -4$
  - D.  $x \in \{-2, 2\}$
  
5. Anna yhtälön  $\sin(x) = 1$  kaikki reaaliarvoiset ratkaisut. (1 p.)
  - A.  $x \in \{\frac{\pi}{3} + 2\pi \cdot n \mid n \text{ on kokonaisluku}\}$
  - B.  $x = \frac{\pi}{2}$
  - C.  $x \in \{2\pi \cdot n \mid n \text{ on kokonaisluku}\}$
  - D.  $x \in \{\frac{\pi}{2} + 2\pi \cdot n \mid n \text{ on kokonaisluku}\}$
  
6. Anna yhtälön  $\ln(x) = 1$  kaikki reaaliarvoiset ratkaisut. (1 p.)
  - A.  $x = 1$
  - B.  $x = 0$
  - C.  $x = e$
  - D.  $x = \frac{1}{2}$

## Del 1 : Matematik

Välj ett alternativ (A-D) till varje fråga (1-6). Svara på alla tre uppgifter (totalt 18 frågor). Rätt svar: 1 p. Fel svar eller inget val: 0 p.

### Matematik | Uppgift 1.

1. En stor ask med färgpennor kostar 52,92 euro i januari. I februari stiger priset 9 %. Hur mycket kostar asken efter prishöjningen? (1 p.)
  - A. 61,92 euro
  - B. 100,55 euro
  - C. 58,15 euro
  - D. 57,68 euro
2. En stor ask med färgpennor kostar 52,92 euro i januari. I februari sjunker priset 9 %. Hur mycket kostar asken efter prissänkningen? (1 p.)
  - A. 5,29 euro
  - B. 48,16 euro
  - C. 48,55 euro
  - D. 43,92 euro
3. En stor ask med färgpennor kostar 52,92 euro i januari. I februari sänks priset först 9 % och sedan stiger priset 9 %. Hur mycket kostar asken efter prisförändringarna? (1 p.)
  - A. 52,49 euro
  - B. 52,92 euro
  - C. 10,05 euro
  - D. 53,35 euro
4. En kvadrat  $N$  har sidolängden 4 m. Beräkna arean av kvadraten  $N$ . (1 p.)
  - A.  $8 \text{ m}^2$
  - B.  $16 \text{ m}^2$
  - C.  $4 \text{ m}^2$
  - D.  $64 \text{ m}^2$
5. En likbent triangel  $K$  har basen 6 m och höjden 10 m. Beräkna arean av triangeln  $K$ . (1 p.)
  - A.  $6 \cdot \sqrt{109} \text{ m}^2$
  - B.  $3 \cdot \sqrt{109} \text{ m}^2$
  - C.  $60 \text{ m}^2$
  - D.  $30 \text{ m}^2$
6. En likbent triangel  $T$  har basen 2 m och höjden 4 m. Beräkna omkretsen av triangeln  $T$ . (1 p.)
  - A. 10 m
  - B. 8 m
  - C.  $(5 + \sqrt{17}) \text{ m}$
  - D.  $(2 \cdot \sqrt{17} + 2) \text{ m}$

**Matematik | Uppgift 2.**

1. Välj den beräkning som har exakt samma lösning som beräkningen  $2 \cdot \frac{4}{9}$ . (1 p.)
- A.  $\frac{2 \cdot 2}{3 \cdot 3}$
  - B.  $\frac{2 \cdot 4}{9}$
  - C.  $\frac{2 \cdot 4}{2 \cdot 9}$
  - D.  $\frac{4}{2 \cdot 9}$
2. Välj den beräkning som har exakt samma lösning som beräkningen  $\frac{4}{9} + \frac{2}{3}$ . (1 p.)
- A.  $\frac{4+2}{9+3}$
  - B.  $\frac{2+2}{3}$
  - C.  $\frac{4+6}{9}$
  - D.  $\frac{4+2}{9}$
3. Välj den beräkning som har exakt samma lösning som beräkningen  $\frac{4}{9} - \frac{2}{3}$ . (1 p.)
- A.  $\frac{4-2}{9}$
  - B.  $\frac{4-2}{9-3}$
  - C.  $\frac{2-2}{3}$
  - D.  $\frac{4-6}{9}$
4. Välj den beräkning som har exakt samma lösning som beräkningen  $\frac{4}{9} \cdot \frac{2}{3}$ . (1 p.)
- A.  $\frac{4 \cdot 2}{9 \cdot 3}$
  - B.  $\frac{4 \cdot 3}{9 \cdot 2}$
  - C.  $\frac{4 \cdot 2}{9}$
  - D.  $\frac{4 \cdot 2}{3}$
5. Välj den beräkning som har exakt samma lösning som beräkningen  $\frac{4}{9} : \frac{2}{3}$ . (1 p.)
- A.  $\frac{4+2}{9+3}$
  - B.  $\frac{4}{9} \cdot \frac{3}{2}$
  - C.  $\frac{9}{4} \cdot \frac{2}{3}$
  - D.  $\frac{9}{4} \cdot \frac{3}{2}$
6. Välj den beräkning som har exakt samma lösning som beräkningen  $\frac{1}{2} \cdot \left( \frac{-4}{9} + \frac{2}{-3} \right)$ . (1 p.)
- A.  $\frac{-4-6}{2 \cdot 9}$
  - B.  $\frac{4+6}{2 \cdot 9}$
  - C.  $\frac{-4+2}{2 \cdot (9-3)}$
  - D.  $\frac{4-2}{2 \cdot (9-3)}$

**Matematik | Uppgift 3.**

1. Välj den likhet som har exakt samma lösning som likheten  $x + 9 = 2$ . (1 p.)
  - A.  $-x = 7$
  - B.  $x - 9 = -7$
  - C.  $\frac{x}{9} = \frac{2}{9}$
  - D.  $x - 2 = 49$
  
2. Välj den likhet som har exakt samma lösning som likheten  $9x = 3$ . (1 p.)
  - A.  $\frac{9x}{3} = 1$
  - B.  $(9 - 3)x = 0$
  - C.  $(3 - 9)x = 0$
  - D.  $\frac{3x}{9} = 1$
  
3. Välj den likhet som har exakt samma lösningar som likheten  $x^2 = 4$ . (1 p.)
  - A.  $x - 2 = 0$
  - B.  $|x| = 2$
  - C.  $x - \sqrt{2} = 0$
  - D.  $|x| = \sqrt{2}$
  
4. Ange alla reella lösningar till likheten  $|x| = 4$ . (1 p.)
  - A.  $x = 4$
  - B.  $x \in \{-4, 4\}$
  - C.  $x = -4$
  - D.  $x \in \{-2, 2\}$
  
5. Ange alla reella lösningar till likheten  $\sin(x) = 1$ . (1 p.)
  - A.  $x \in \{\frac{\pi}{2} + 2\pi \cdot n \mid n \text{ är ett heltal}\}$
  - B.  $x = \frac{\pi}{2}$
  - C.  $x \in \{2\pi \cdot n \mid n \text{ är ett heltal}\}$
  - D.  $x \in \{\frac{\pi}{2} + 2\pi \cdot n \mid n \text{ är ett heltal}\}$
  
6. Ange alla reella lösningar till likheten  $\ln(x) = 1$ . (1 p.)
  - A.  $x = 1$
  - B.  $x = 0$
  - C.  $x = e$
  - D.  $x = \frac{1}{2}$

**Osio 2: Fysiikka**

Valitse yksi vaihtoehto (A–D) kuhunkin kysymykseen (1–6).

Oikea vastaus: 1 p. Väärä vastaus tai ei valintaa: 0 p.

**Tehtävä 1.**

1. Saunan kiukaan tehokyltissä kerrotaan kiukaan tehoksi 5,0 kW. Saunaa lämmitetään täydellä teholla 30,0 min. Kuinka suuri on saunan lämmitykseen tarvittava energia? (1 p.)

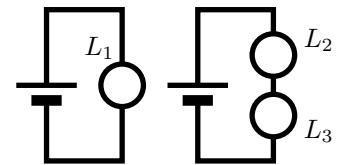
- A. 2,5 kWh
- B. 5,0 kW
- C. 5,0 kWh
- D. 150 kWh

2. Virtapiirissä olevassa vastuksessa tapahtuu tehohäviö. Mitä tapahtuu tehohäviölle, kun vastuksen läpi kulkeva virta kolminkertaistuu? (1 p.)

- A. Tehohäviö kaksinkertaistuu.
- B. Tehohäviö kolminkertaistuu.
- C. Tehohäviö kuusinkertaistuu.
- D. Tehohäviö yhdeksänkertaistuu.

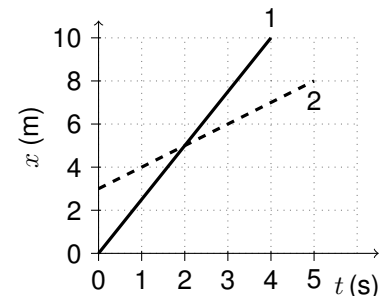
3. Alla on kuvattu kaksi virtapiiriä. Ensimmäisessä piirissä on paristo (6 V) ja lamppu  $L_1$  (1  $\Omega$ ). Toisessa piirissä on paristo (6 V) ja lamput  $L_2$  (1  $\Omega$ ) sekä  $L_3$  (2  $\Omega$ ). Lampun kirkkaus on verrannollinen siinä kuluvaan sähkötehoon. Mikä seuraavista lampujen kirkkautta kuvaavista väitteistä on tosi? (1 p.)

- A.  $L_1$  ja  $L_2$  ovat yhtä kirkkaat,  $L_3$  on himmein.
- B.  $L_1$  ja  $L_2$  ovat yhtä kirkkaat,  $L_3$  on vielä kirkkaampi.
- C.  $L_1$  on kirkkain,  $L_3$  toiseksi kirkkain,  $L_2$  on himmein.
- D.  $L_1$  on kirkkain,  $L_2$  toiseksi kirkkain,  $L_3$  on himmein.



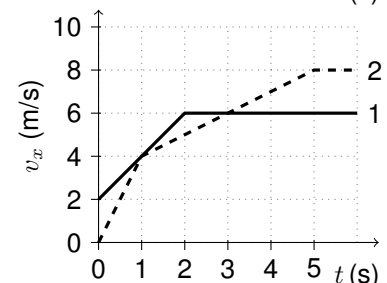
4. Kappaleet 1 ja 2 etenevät samaan suuntaan. Kappaleiden paikat on esitetty ajan funktiona viereisessä kuvaajassa. Mikä seuraavista väitteistä on tosi? (1 p.)

- A. Kappaleet lähtevät liikkeelle samasta pisteestä.
- B. Kappaleen 2 nopeuden suuruus on 1 m/s.
- C. Kappaleilla on sama nopeus ajan hetkellä 2 s.
- D. Aikavälillä 0-2 s kappale 1 kulkee lyhyemmän matkan.



5. Kaksi juoksijaa lähtee liikkeelle samasta paikasta samaan suuntaan hetkellä  $t = 0$  s. Viereisessä kuvaajassa on esitetty juoksijoiden nopeudet ajan funktiona. Minä ajanhetkenä toinen juoksijoista ohittaa toisen? (1 p.)

- A.  $t = 1$  s
- B.  $t = 3$  s
- C.  $t = 4$  s
- D.  $t = 5$  s



6. Työnnyt vaakasuoralla lattialla olevaa laatikkoa pinnan suuntaisella, 110 N:n suuruisella voimalla, mutta laatikko ei lähdä liikkeelle. Laatikon massa on 25 kg ja lepokitkakerroin lattian ja laatikon välillä 0,57. Mikä seuraavista väitteistä on tosi? (1 p.)

- A. Lepokitkan suuruus on 0 N.
- B. Lepokitkan suuruus on 63 N.
- C. Lepokitkan suuruus on 110 N.
- D. Lepokitkan suuruus on 140 N.



**Del 2: Fysik**

Välj ett alternativ (A–D) till varje fråga (1–6).

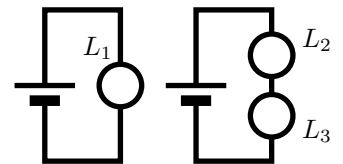
Rätt svar: 1 p. Fel svar eller inget val: 0 p.

**Uppgift 1.**

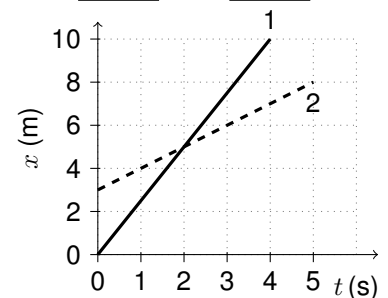
1. En bastuugn har effekten 5,0 kW enligt skylten som specificerar effekten. Bastun värms med full effekt i 30,0 min. Hur stor mängd energi behövs för att värma bastun? (1 p.)
  - A. 2,5 kWh
  - B. 5,0 kW
  - C. 5,0 kWh
  - D. 150 kWh

2. I motståndet som ingår i en strömkrets sker en effektförlust. Vad händer med effektförlusten då strömmen som genom motståndet tredubblas? (1 p.)
  - A. Effektförlusten fördubblas
  - B. Effektförlusten tredubblas
  - C. Effektförlusten sexfaldigas
  - D. Effektförlusten niofaldigas

3. Två strömkretsar har avbildats i figuren intill. I den första kretsen finns ett batteri (6 V) och en lampa  $L_1$  ( $1 \Omega$ ). I den andra kretsen finns ett batteri (6 V) och lamporna  $L_2$  ( $1 \Omega$ ) samt  $L_3$  ( $2 \Omega$ ). En lampas ljusstyrka är proportionell mot effekten som förbrukas i den. Vilket av följande påståenden som gäller lampornas ljusstyrka stämmer? (1 p.)
  - A.  $L_1$  och  $L_2$  är lika ljusstarka,  $L_3$  är svagast
  - B.  $L_1$  och  $L_2$  är lika ljusstarka,  $L_3$  är ännu ljusstarkare
  - C.  $L_1$  är ljusstarkast, därefter  $L_3$ ,  $L_2$  är svagast
  - D.  $L_1$  är ljusstarkast, därefter  $L_2$ ,  $L_3$  är svagast

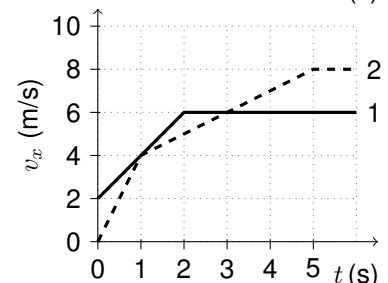


4. Föremålen 1 och 2 framskrider i samma riktning. Föremålens lägen som funktion av tiden har avbildats i grafen intill. Vilket av följande påståenden stämmer? (1 p.)



- A. Föremålen startar från samma punkt.
- B. Hastigheten för föremål 2 har beloppet 1 m/s.
- C. Föremålen har samma hastighet vid tidpunkten 2 s.
- D. Under tidsintervallet 0-2 s rör sig föremål 1 en kortare sträcka.

5. Två löpare startar från samma punkt i samma riktning vid tidpunkten  $t = 0$  s. I grafen intill har löparnas hastigheter avbildats som funktion av tiden. Vid vilken tidpunkt passerar den ena löparen den andra? (1 p.)



- A.  $t = 1$  s
- B.  $t = 3$  s
- C.  $t = 4$  s
- D.  $t = 5$  s

6. Du skuffar en låda som befinner sig på golvet med en horisontell kraft på 110 N parallellt med ytan, men lådan börjar inte röra sig. Lådans massa är 25 kg och vilofriktionskoefficienten mellan låda och golv 0,57. Vilket av följande påståenden stämmer? (1 p.)
  - A. Vilofriktionens belopp är 0 N.
  - B. Vilofriktionens belopp är 63 N.
  - C. Vilofriktionens belopp är 110 N.
  - D. Vilofriktionens belopp är 140 N.

### Osio 3: Kemia

Valitse aineiston perusteella yksi vaihtoehto (A–D) kuhunkin kysymykseen (1–6).

Oikea vastaus: 1 p. Väärä vastaus tai ei valintaa: 0 p.

#### Tehtävä 1.

Vakioita:  $F = 96485 \frac{\text{A} \cdot \text{s}}{\text{mol}}$ ,  $R = 8,31451 \frac{\text{Pa} \cdot \text{m}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}} = 0,0831451 \frac{\text{bar} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}}$

Kaava:  $Q = It = nzF$

- Fischer-Tropsch* -menetelmällä tuotetaan
  - rengasrakenteisia alkaaneja.
  - suoraketjuisia alkaaneja.
  - kertatydydyttymättömiä alkeeneja.
  - monitydydyttymättömiä alkeeneja. (1 p.)
- Ideaalinen H<sub>2</sub>:CO ainemääräsuhde tyypillisessä *Fischer-Tropsch* -prosessissa on noin
  - 1:3
  - 1:2
  - 2:1
  - 3:1 (1 p.)
- Hiilidioksidin ja veden elektrolyysiä voidaan kuvata seuraavasti:
  - Reaktiossa muodostuu sähköenergiaa.
  - Kokonaisreaktiossa hiili pelkistyy ja vety hapettuu.
  - Kokonaisreaktiossa hiili hapettuu ja vety pelkistyy.
  - Kokonaisreaktiossa hiili ja vety pelkistyvät. (1 p.)
- Kuinka monta litraa happikaasua syntyy *Power-to-Syngas* -menetelmällä, jos hiilidioksidia ja vettä elektrolysoidaan 1,00 tunnin (3600 s) ajan? Oletetaan, että virta on 100 A, happikaasun lämpötila on 923 K ja paine on 101325 Pa (= 1,013 bar).
  - 71 dm<sup>3</sup>
  - 81 dm<sup>3</sup>
  - 141 dm<sup>3</sup>
  - 283 dm<sup>3</sup> (1 p.)
- Vesikaasun siirtoreaktiolla voidaan vetykaasun pitoisuutta kasvattaa
  - nostamalla lämpötilaa.
  - pienentämällä reaktioastian tilavuutta lämpötilan pysyessä vakiona.
  - laskemalla lämpötilaa.
  - lisäämällä reaktioastiaan katalyyttia. (1 p.)
- Lämpötilassa 500 K, reaktion CO<sub>2</sub>(g) + H<sub>2</sub>(g) ⇌ CO(g) + H<sub>2</sub>O(g) tasapainovakio on noin
  - 0,01
  - 0,5
  - 2
  - 100 (1 p.)

**Kemia | Tehtävän 1 aineisto**

**Kohti hiilineutraalia polttoainetta *Fischer-Tropsch* ja *Power-to-syngas* -menetelmillä**

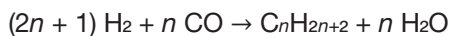
Eräs keino hillitä ilmastonmuutosta on valmistaa hiilineutraalia polttoainetta ottamalla synteettisten polttoaineiden palamisessa muodostunut hiilidioksidi talteen ja kierrättämällä se polttoaineen valmistusprosessiin (kuva 1.). Lupaavia tuloksia on saatu kaksivaiheisella prosessilla, jossa synteettinen polttoaine tuotetaan *Fischer-Tropsch* -menetelmällä, ja siinä tarvittava synteesisikaasu valmistetaan *Power-to-Syngas* -menetelmällä.

Kuva 1. on muokattu kuva lähteestä: Graves, C., Ebbesen, S.D., Mogensen, M., Lackner, K., *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15 (2011) 1–23.

**Kuva 1.** Hiilineutraalin polttoaineen valmistus ja käyttö.

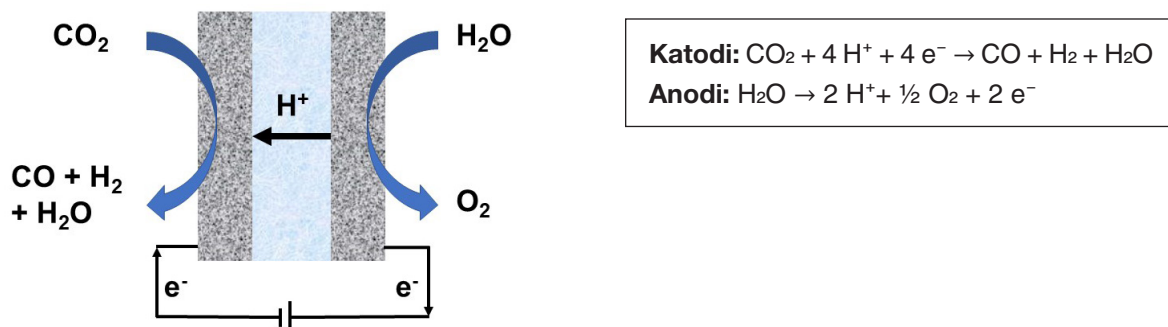
*Fischer-Tropsch* -menetelmällä hiilimonoksidia ja vetyä muunnetaan erilaisiksi nestemäisiksi hiilivedyiksi katalyyttisella reaktiolla. Menetelmän ensisijainen tarkoitus on tuottaa synteettisiä polttoaineita ja kemikaaleja.

Teollisesti käyttökelpoisinta *Fischer-Tropsch* -prosessia kuvaa reaktioyhtälö:



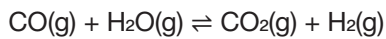
Tyypillisessä *Fischer-Tropsch* -prosessissa  $n$  on välillä 10–20.

Hiilimonoksidin ja vedyn seosta kutsutaan yleisesti synteesisikaasuksi, jota perinteisesti tuotetaan esimerkiksi metaanin osittaisella poltolla sekä hiilen tai biomassan kaasutuksella. Tulevaisuudessa synteesisikaasua saatetaan valmistaa enenevässä määrin hiilidioksidin ja veden elektrolyysin avulla niin sanotulla *Power-to-Syngas* -menetelmällä (kuva 2.). Tällä menetelmällä uusiutuville energialähteille tuotettua päästötöntä energiaa muutetaan kemialliseksi energiaksi.

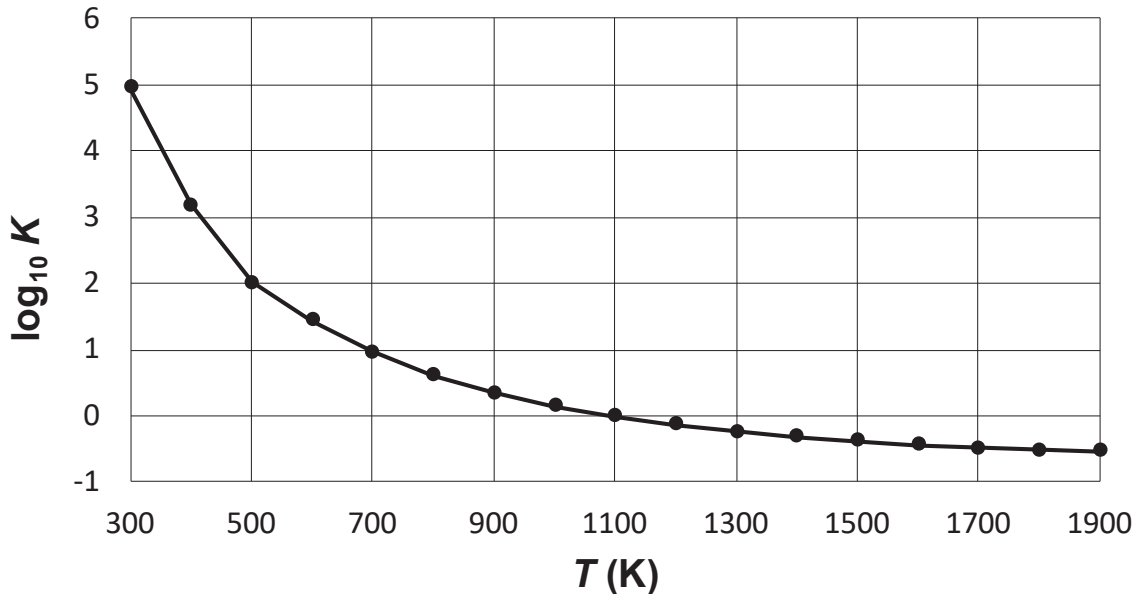


**Kuva 2.** Elektrolyysikennon toimintaperiaate sekä katodi- ja anodireaktiot.

Synteetikaasun vetypitoisuus riippuu pitkälti synteetikaasun valmistustavasta, mutta sitä voidaan tarvittaessa säätää niin sanotulla vesikaasun siirtoreaktiolla seuraavan reaktioyhtälön mukaisesti:



Lämpötilan vaikutus vesikaasun siirtoreaktion tasapainovakioon on esitetty kuvassa 3.



**Kuva 3.** Lämpötilan  $T$  vaikutus vesikaasun siirtoreaktion tasapainovakioon  $K$ .

Power-to-Syngas -menetelmä on vielä kehitysvaiheessa. Tämänhetkinen tutkimus keskittyy muun muassa elektrolyysikennon materiaalien ja hyötysuhteen parantamiseen sekä käyttölämpötilan alentamiseen. Tutkimusta on myös tehty Power-to-Syngas- ja Fischer-Tropsch -menetelmien yhdistämisestä samaan kompaktiin rakenteeseen, jossa elektrolyysikennon katodilla muodostunut synteetikaasu muutetaan välittömästi huokoisen katalyyttikerroksen avulla polttoaineeksi.

Kuva 1. on muokattu kuva lähteestä:

Graves, C., Ebbesen, S.D., Mogensen, M., Lackner, K., Renewable and Sustainable Energy Reviews 15 (2011) 1–23.

Kuva 2. on muokattu kuva lähteestä:

Zhang, X., Song, Y., Wang, G., Bao, X., Journal of Energy Chemistry 26 (2017) 839–853.

**Del 3: Kemi**

På basis av materialet, välj ett alternativ (A–D) till varje fråga (1–6).

Rätt svar: 1 p. Fel svar eller inget val: 0 p.

**Uppgift 1.**

Konstanter:  $F = 96485 \frac{\text{A} \cdot \text{s}}{\text{mol}}$ ,  $R = 8,31451 \frac{\text{Pa} \cdot \text{m}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}} = 0,0831451 \frac{\text{bar} \cdot \text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}}$

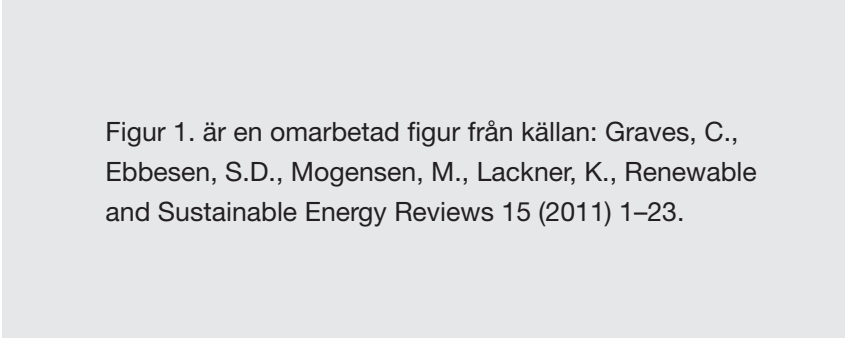
Formel:  $Q = It = nzF$

- Med *Fischer-Tropsch* -metoden produceras
  - cykliska alkaner.
  - linjära alkaner.
  - enkelomättade alkener.
  - fleromättade alkener. (1 p.)
- Det ideala  $\text{H}_2:\text{CO}$  substansmängdförhållandet i en typisk *Fischer-Tropsch* -process är ungefär
  - 1:3
  - 1:2
  - 2:1
  - 3:1 (1 p.)
- Elektrolys av koldioxid och vatten kan beskrivas på följande sätt:
  - I reaktionen bildas elenergi.
  - Kol reduceras och väte oxideras i helhetsreaktionen.
  - Kol oxideras och väte reduceras i helhetsreaktionen.
  - Kol och väte reduceras i helhetsreaktionen. (1 p.)
- Hur många liter syrgas bildas med *Power-to-Syngas* -metoden, om koldioxid och vatten elektrolyseras i 1,00 timme (3600 s)? Man kan anta följande: strömmen är 100 A, syrgasens temperatur är 923 K och trycket är 101325 Pa (= 1,013 bar).
  - 71 dm<sup>3</sup>
  - 81 dm<sup>3</sup>
  - 141 dm<sup>3</sup>
  - 283 dm<sup>3</sup> (1 p.)
- Med vattengasens konverteringsreaktion kan vätgashalten ökas genom att
  - höja temperaturen.
  - minska på reaktionskärllets volym när temperaturen hålls konstant.
  - sänka temperaturen.
  - tillsätta en katalysator i reaktionskärlet. (1 p.)
- Vid temperaturen 500 K, är jämviktskonstanten för reaktionen  $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$  ungefär
  - 0,01
  - 0,5
  - 2
  - 100 (1 p.)

**Kemi | Materialet till uppgift 1**

**Mot kolneutralt bränsle med Fischer-Tropsch och Power-to-syngas -metoderna**

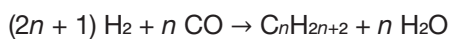
Ett sätt att hejda klimatförändringen är att framställa kolneutralt bränsle genom att tillvarata koldioxiden som bildas vid förbränning av syntetiska bränslen och återanvända den i framställningsprocessen av nya bränslen (Figur 1.). Lovande resultat har erhållits med en tvåstegsprocess, där det syntetiska bränslet produceras med Fischer-Tropsch-metoden, och syntesgasen som behövs där framställs med Power-to-syngas -metoden.



**Figur 1.** Framställning och användning av kolneutralt bränsle.

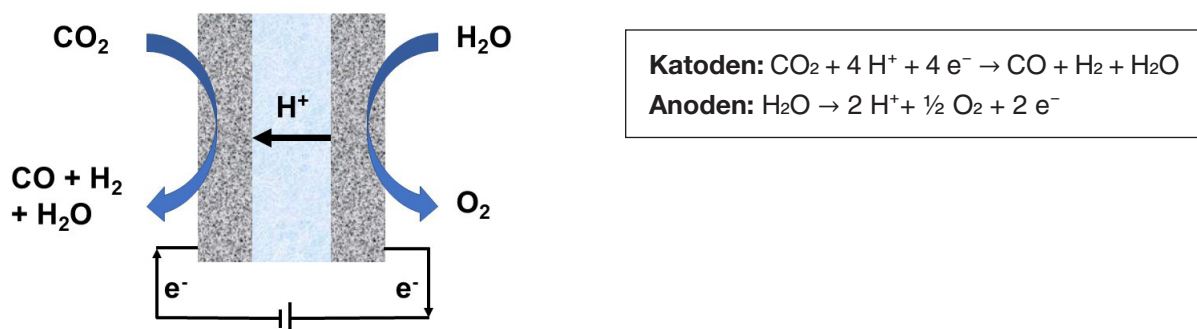
Med Fischer-Tropsch -metoden omvandlas kolmonoxid och vätgas till olika vätskeformiga kolväten genom en katalytisk reaktion. Den primära avsikten med metoden är att producera syntetiska bränslen och kemikalier.

Den industriellt mest användbara Fischer-Tropsch -processen kan beskrivas med reaktionslikheten:



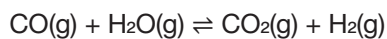
I en typisk Fischer-Tropsch -process varierar  $n$  mellan 10 och 20.

Blandningen mellan kolmonoxid och vätgas kallas allmänt för syntesgas, som traditionellt produceras till exempel genom partiell förbränning av metan eller förgasning av kol och biomassa. I framtiden kan syntesgas framställas i ökande grad genom elektrolys av koldioxid och vatten med den så kallade Power-to-Syngas -metoden (Figur 2.). Med denna metod omvandlas den utsläppsfria energin som är producerad med förnybara energikällor till kemisk energi.

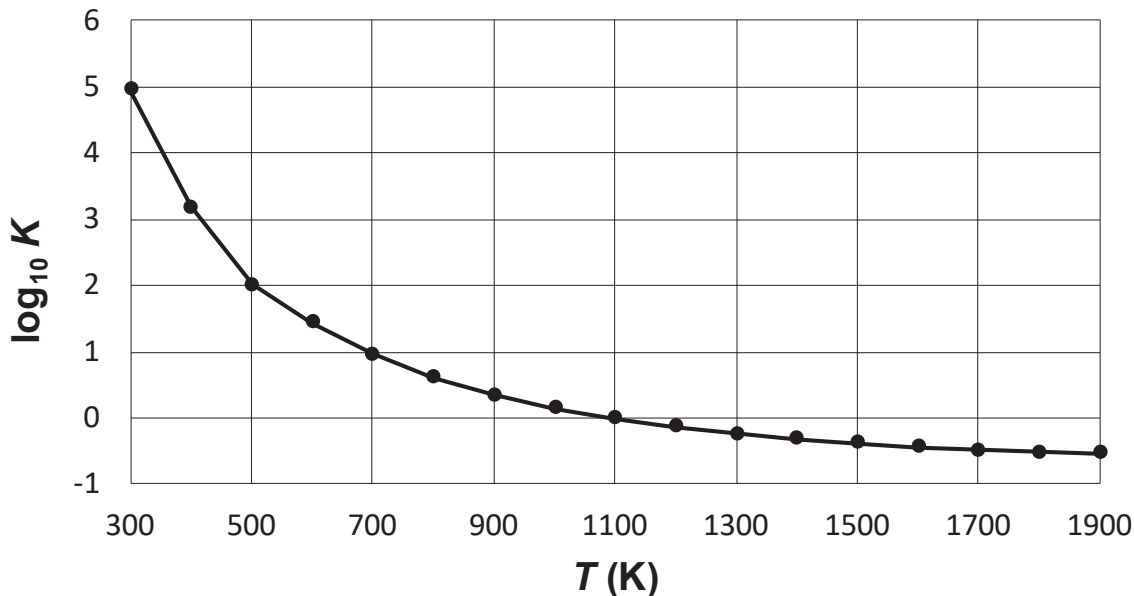


**Figur 2.** Elektrolyscellens funktionsprincip samt katod- och anodreaktionerna.

Vätgashalten i syntesgas är främst beroende av framställningsmetoden, men vid behov kan den justeras med den så kallade vattengasens konverteringsreaktion enligt följande reaktionslikhet:



Temperaturens inverkan på vattengasens konverteringsreaktions jämviktskonstant är avbildad i Figur 3.



**Figur 3.** Temperaturens  $T$  inverkan på vattengasens konverteringsreaktions jämviktskonstant  $K$ .

*Power-to-Syngas* -metoden är ännu i utvecklingsstadiet. I den aktuella forskningen koncentrerar man bland annat i förbättring av elektrolyscellens material och verkningsgrad samt i sänkning av användningstemperaturen. Man har även undersökt hur *Power-to-Syngas*- och *Fischer-Tropsch* -metoderna kunde kombineras i en och samma kompakta struktur, där syntesgasen som bildats vid elektrolyscellens katod omvandlas direkt till bränsle med hjälp av en porös katalysatorbädd.

Figur 1. är en omarbetad figur från källan:

Graves, C., Ebbesen, S.D., Mogensen, M., Lackner, K., *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15 (2011) 1–23.

Figur 2. är en omarbetad figur från källan:

Zhang, X., Song, Y., Wang, G., Bao, X., *Journal of Energy Chemistry* 26 (2017) 839–853.

#### Osio 4: Ongelmanratkaisu

Valitse aineiston perusteella yksi vaihtoehto (A–D) kuhunkin kysymykseen (1–6).

Oikea vastaus: 1 p. Väärä vastaus tai ei valintaa: 0 p.

#### Tehtävä 1.

1. Minkä energialähteen hinnan vaihteluväli on ollut suurin aikavälillä 1.1.2008–31.12.2010?  
A. Maakaasun.  
B. Metsähakkeen.  
C. Kivihiilen.  
D. Jyrsinturpeen. (1 p.)
2. Mikä seuraavista voidaan päätellä aineiston perusteella?  
A. Pientaloasujan vuotuinen sähkölasku on pienempi kuin kerrostaloasujan.  
B. Pientaloasujan sähkönsiirtomaksut ja sähköverot ovat keskimäärin laskeneet vuodesta 2011 vuoteen 2015.  
C. Sähkön siirtomaksujen ja verojen osuus vuotuisesta sähkölaskusta suoran sähkölämmityksen omaavassa pientalossa on 1.1.2018 suurempi kuin 1.1.2008.  
D. Sähkön hinnan erotus kerrostaloasujan ja keskisuuren teollisuuden välillä selittyy sillä, että teollisuuskiinteistöissä ollaan paikalla vain työaikana. (1 p.)
3. Päivän 1.6.2009 ja päivän 1.1.2017 sähköenergian hinnan suhteellinen ero oli noin  
A. 0 %.  
B. –50 %.  
C. +20 %.  
D. Ei voi sanoa. (1 p.)
4. Sähköntuottajat hyödyntävät erilaisia energialähteitä. Millä seuraavista sähköntuottajista kate (€/MWh) oli suurin?  
A. Maakaasun hyödyntäjällä vuonna 2017.  
B. Metsähakkeen hyödyntäjällä alkuvuodesta 2010.  
C. Kivihiilen hyödyntäjällä kesällä 2016.  
D. Tuulivoiman hyödyntäjällä, jolle taattiin takuuhintana 85 €/MWh, kesällä 2018. (1 p.)
5. Erälle aurinkosähkön tuottajalle taataan takuuhintana 85 €/MWh ja erälle tuulisähkön tuottajalle puolestaan 75 €/MWh. Mikä seuraavista väitteistä on tosi?  
A. Vuoden 2017 keskimääräisillä sähkön pörssihinnoilla valtio maksaisi kummallekin tukea noin 50 €/MWh.  
B. Aurinkosähkötuottajan kate on aina 10 €/MWh tuulisähkön tuottajaa suurempi.  
C. Tuulisähkön tuottajan kate ei ole koskaan positiivinen.  
D. Jos sähköenergian hinta on 90 €/MWh, niin kumpikin tuottaja saa saman hinnan myytyä sähköenergiayksikköä kohti. (1 p.)
6. Mikä oli keskimääräisen omakotitalon vuosina 2015 ja 2016 yhteensä kulutetun sähkön likimääräinen kokonaishinta käytettäessä suoraa sähkölämmitystä?  
A. 4500 €.  
B. 2250 €.  
C. 1500 €.  
D. 450 €. (1 p.)

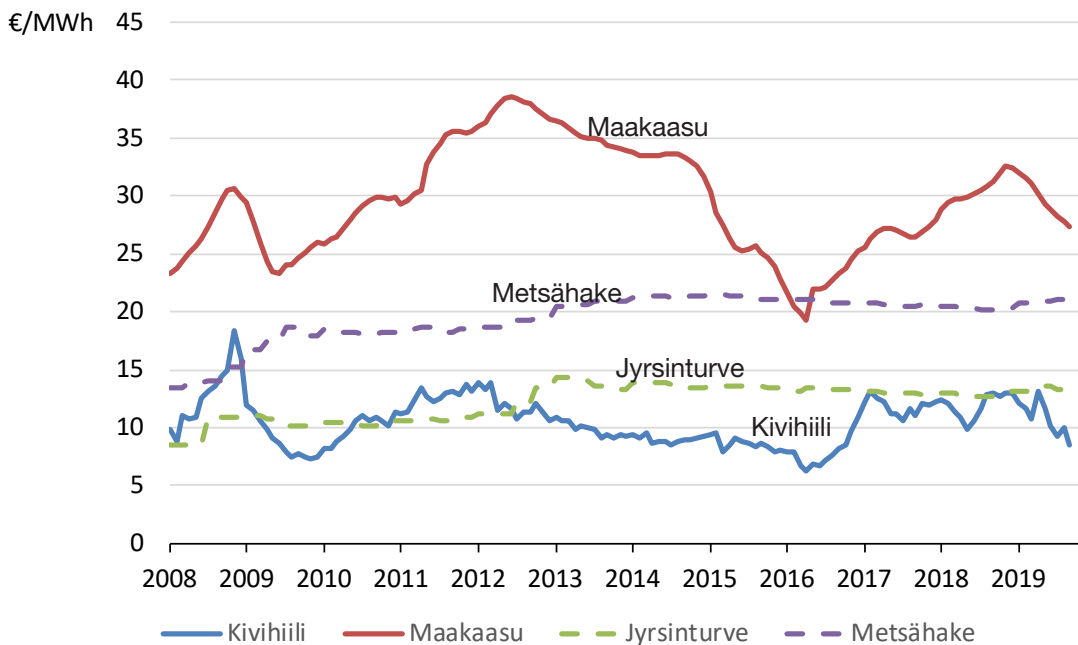


## Ongelmanratkaisu | Tehtävän 1 aineisto

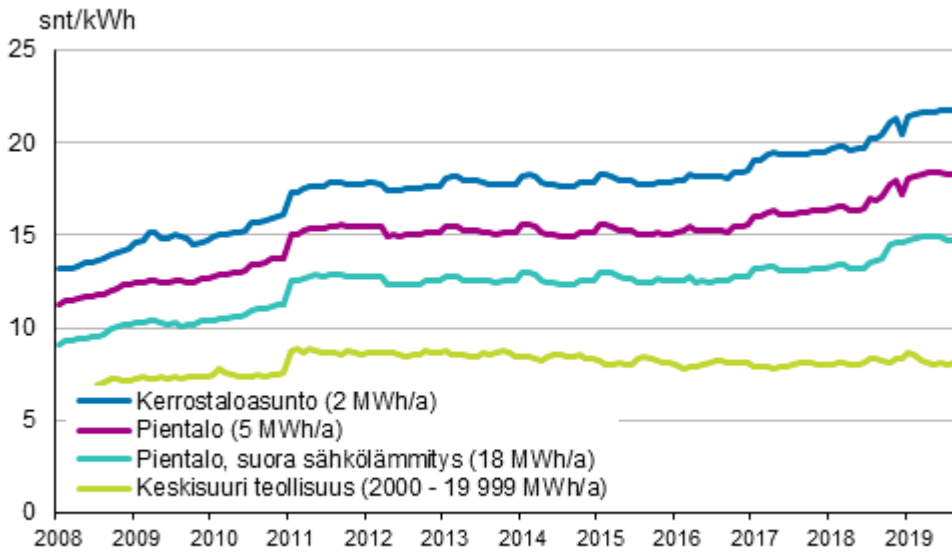
### Energian hintatilastot

Kuvissa 1a, 1b ja 1c on esitetty energian hintatilastoja.

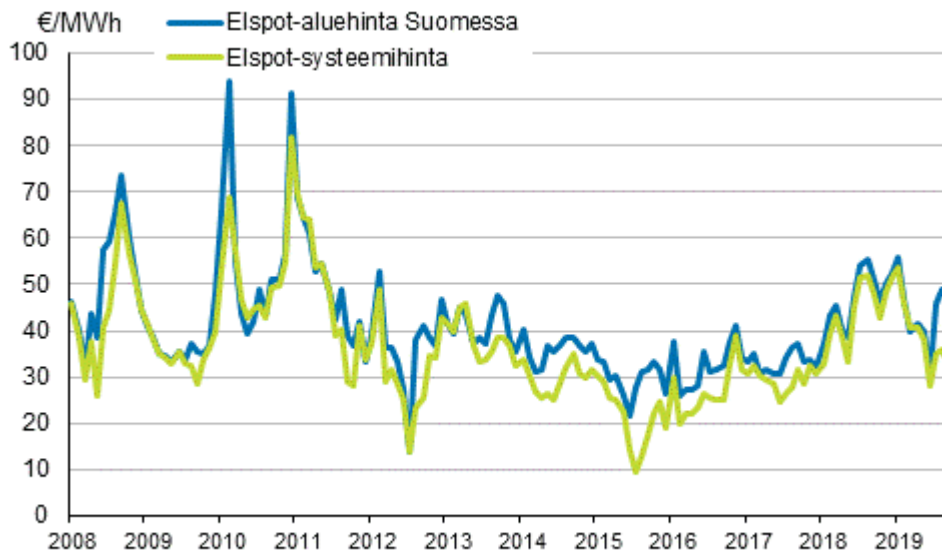
Oletetaan yksinkertaisuuden vuoksi seuraavat asiat: Sähköntuotannon polttoaineet ovat verottomia. Kuluttajahinnat sisältävät sähköenergiamaksun lisäksi sähkönsiirtomaksut ja sähköverot. Sähköntuottaja saa sähköenergiamaksun itselleen. Uusiutuvaa energiaa käyttäville sähköntuottajille taataan takuuhinta. Mikäli sähkön markkinahinta on takuuhintaa alempi, valtio maksaa tuottajalle erotuksen tukena. Nord Pool on sähköpörssi, jossa määrittyy päivittäin sähköenergiamaksun suuruus (Elspot-aluehinta Suomessa) eli sähköenergian hinta. Sähköntuottajan kate on sähköenergiamaksun ja polttoaineen tai muun energialähteen hinnan erotus. Katetta laskettaessa ei huomioida muita kustannuksia. Sähköenergian yksiköistä: kWh = kilowattitunti, 1 MWh = 1 megawattitunti = 1000 kWh.



**Kuva 1a.** Voimalaitospolttoaineiden hinnat sähköntuotannossa.



**Kuva 1b.** Sähkön hinta kuluttajatyypeittäin. Ylin aikasarja: Kerrostaloasunto. Toinen ylhäältä: Pientalo. Kolmas ylhäältä: Pientalo, suora sähkölämmitys. Alin: Keski-suuri teollisuus.



**Kuva 1c.** Nord Pool -hinnat.

Kuvan 1a datan lähde: [http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin\\_\\_ene\\_\\_ehi/?tablelist=true](http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__ene__ehi/?tablelist=true)

Kuvan 1b lähde: [https://www.stat.fi/til/ehi/2019/03/ehi\\_2019\\_03\\_2019-12-11\\_kuv\\_005\\_fi.html](https://www.stat.fi/til/ehi/2019/03/ehi_2019_03_2019-12-11_kuv_005_fi.html)

Kuvan 1c lähde: [https://www.stat.fi/til/ehi/2019/03/ehi\\_2019\\_03\\_2019-12-11\\_kuv\\_006\\_fi.html](https://www.stat.fi/til/ehi/2019/03/ehi_2019_03_2019-12-11_kuv_006_fi.html)

#### **Del 4: Problemlösning**

På basis av materialet, välj ett alternativ (A–D) till varje fråga (1–6).

Rätt svar: 1 p. Fel svar eller inget val: 0 p.

#### **Uppgift 1.**

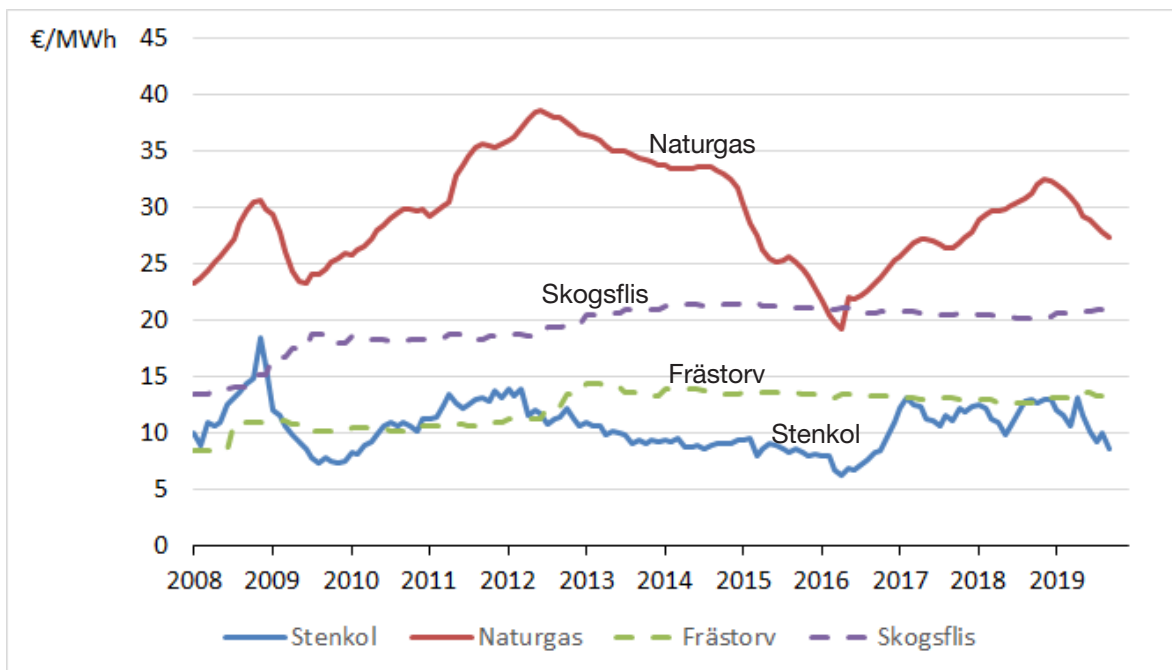
1. Vilken energikälla har haft störst variationsbredd i priset under tidsperioden 1.1.2008–31.12.2010?  
A. Naturgas.  
B. Skogsflis.  
C. Stenkol.  
D. Frästorv. (1 p.)
2. Vilken av följande slutsatser kan man dra utgående från materialet?  
A. Småhusboendes årliga elfaktura är lägre än höghusboendes.  
B. Småhusboendes elöverföringsavgifter och elskatter har i medeltal sjunkit från år 2011 till år 2015.  
C. Elöverföringsavgifternas och elskatternas andel av den årliga elfakturan i småhus med direkt eluppvärmning är större 1.1.2018 än 1.1.2008.  
D. Skillnaden i elpris mellan höghusboende och medelstor industri förklaras genom att i industribyggnader är man på plats bara under arbetstid. (1 p.)
3. Den relativa skillnaden i elenergi priset mellan dag 1.6.2009 och dag 1.1.2017 var ca  
A. 0 %.  
B. –50 %.  
C. +20 %.  
D. Kan inte säga. (1 p.)
4. Elproducenter utnyttjar olika energikällor. Vilken av följande elproducenter hade störst täckningsbidrag (€/MWh)?  
A. Den som utnyttjade naturgas år 2017.  
B. Den som utnyttjade skogsflis i början av år 2010.  
C. Den som utnyttjade stenkol, sommaren 2016.  
D. Den som utnyttjade vindkraft, som gavs ett garantipris på 85 €/MWh, sommaren 2018. (1 p.)
5. Till en viss solelproducent ges garantipriset 85 €/MWh och till en vindelproducent 75 €/MWh. Vilket av följande påståenden är sant?  
A. Med medeltalet för elens börspris år 2017 skulle staten betala båda ca 50 €/MWh i stöd.  
B. Solelproducentens täckningsbidrag är alltid 10 €/MWh större än vindelproducentens.  
C. Vindelproducentens täckningsbidrag är aldrig positivt.  
D. Om elenergiens pris är 90 €/MWh får båda producenter samma pris för varje såld energienhet. (1 p.)
6. Vad var det ungefärliga totalpriset av den sammanlagda förbrukade elen för ett genomsnittligt egnahemshus vid användning av direkt eluppvärmning under åren 2015 och 2016?  
A. 4500 €.  
B. 2250 €.  
C. 1500 €.  
D. 450 €. (1 p.)

**Problemlösning | Materialet för uppgift 1**

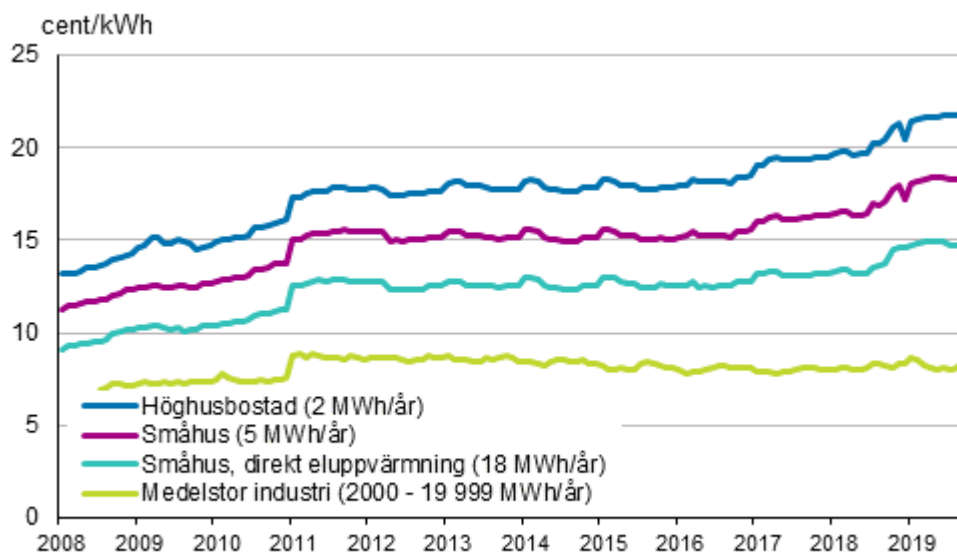
**Energins prisstatistik**

I figurerna 1a, 1b och 1c presenteras energins prisstatistik.

För enkelhetens skull antar vi följande saker: Elproduktionsbränslena är skattefria. I konsumentpriset ingår förutom elenergiavgiften även elöverföringsavgifterna och elskatterna. Elproducenten får elenergiavgiften själv. Till dem som utnyttjar förnybar energi ges ett garantipris. Om elens marknadspris är lägre än garantipriset betalar staten skillnaden till producenten som stöd. Nord Pool är en elbörs där det dagligen bestäms elenergiavgifternas storlek (Elspot-regionalpris i Finland), dvs. elenergiavgiften. Elproducentens täckningsbidrag är skillnaden mellan elenergiavgiften och priset för bränslet eller annan energikälla. I uträkningen av täckningsbidraget tas inga övriga kostnader i beaktande. Om elenergienheter: kWh = kilowattimme, 1 MWh = 1 megawattimme = 1000 kWh.



**Figur 1a.** Kraftverksbränslens priser i elproduktion.



**Figur 1b.** Elpris enligt konsumenttyp. Översta tidsserien: Höghusbostad. Andra uppifrån: Småhus. Tredje uppifrån: Småhus, direkt eluppvärmning. Längst ner: Medelstor industri.



**Figur 1c.** Nord Pool-priser.

Figur 1a, datas källa: [http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin\\_\\_ene\\_\\_ehi/?tablelist=true](http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__ene__ehi/?tablelist=true)

Figur 1b, källa: [https://www.stat.fi/til/ehi/2019/03/ehi\\_2019\\_03\\_2019-12-11\\_kuv\\_005\\_fi.html](https://www.stat.fi/til/ehi/2019/03/ehi_2019_03_2019-12-11_kuv_005_fi.html)

Figur 1c, källa: [https://www.stat.fi/til/ehi/2019/03/ehi\\_2019\\_03\\_2019-12-11\\_kuv\\_006\\_fi.html](https://www.stat.fi/til/ehi/2019/03/ehi_2019_03_2019-12-11_kuv_006_fi.html)