KİMYA

11. SINIF

YAZILIYA HAZIRLIK

1. DÖNEM - 1. ORTAK YAZILI · SENARYO 3 · 2. SÜRÜM

TYMM 2026-2027

Hazırlayan: **Murat Altun**

Bu sorular Claude tarafından hazırlanmıştır.

1. Seralarda kullanılan üre ve potasyum nitrat gibi gübreler suda çözülerek sulama suyuyla verilir. Bağlarda mantar hastalıklarına karşı kullanılan bordo bulamacı ise göztaşı, yani bakır(II) sülfat çözeltisine kireç sütü eklenerek hazırlanır. Bir grup öğrenci bu maddelerle dört deney yapmıştır. Her deneyde yalıtılmış bir kaba 200 mL sıvı konmuş, 10,0 g katı eklenip karıştırılmış ve ulaşılan en yüksek ya da en düşük sıcaklık kaydedilmiştir.

Deney	Kaptaki sıvı	Eklenen katı	Başlangıç sıcaklığı (°C)	Son sıcaklık (°C)	Gözlem
1	Su	Üre ($CO(NH_2)_2$)	21,5	18,8	Katı çözündü.
2	Su	Potasyum nitrat (KNO_3)	21,5	17,9	Katı çözündü.
3	Su	Susuz sodyum karbonat (Na_2CO_3, çamaşır sodası)	21,5	24,1	Katı çözündü.
4	Mavi renkli bakır(II) sülfat çözeltisi	Demir talaşı	21,5	28,3	Çözeltinin rengi açıldı; talaşın yüzeyinde kırmızımsı kahverengi bir katı birikti.

(Veriler kurgusaldır.)

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1.1. Öğrenciler 1, 2 ve 3. deneylerde hangi değişkenin sıcaklık üzerindeki etkisini araştırmıştır? Bu üç deneyin bağımsız ve bağımlı değişkenlerini ve sabit tutulan iki değişkeni yazınız. (4 puan)

1.2. Deney verilerini kanıt olarak kullanarak her deneydeki olayın fiziksel mi kimyasal mı, ısı alan (endotermik) mı ısı veren (ekzotermik) mi olduğunu belirtiniz. (6 puan)

1.3. Bir üretici göztaşı çözeltisini demir bir kovada hazırlamak istemektedir. 4. deneyin sonuçlarına göre bu kovanın uygun olup olmadığını iki gerekçeyle açıklayınız. Bir öğrencinin "2. deneyde potasyum nitrat suya soğukluk verdiği için su soğumuştur." açıklamasını sistem, çevre ve ısı akışı kavramlarıyla değerlendiriniz. (5 puan)

2. Hayvan gübresi ve gıda atıkları havasız ortamda bakterilerce ayrıştırılınca başlıca metan (CH_4) ve karbon dioksitten (CO_2) oluşan biyogaz elde edilir; metan oranı atığa göre değişir. Bir teknisyen, farklı atıklardan elde edilen dört biyogaz örneğinin her birinden 1,0 L'yi aynı bekte yakarak içinde 250 g su bulunan bir kabı ısıtmış ve suyun sıcaklık artışını ölçmüştür. Gaz hacimleri aynı sıcaklık ve basınçta ölçülmüştür.

Biyogaz örneği (1,0 L)	Hacimce metan oranı (%)	Suyun sıcaklık artışı (°C)
A	50	5,4
B	55	6,0
C	62	6,8
D	68	7,4

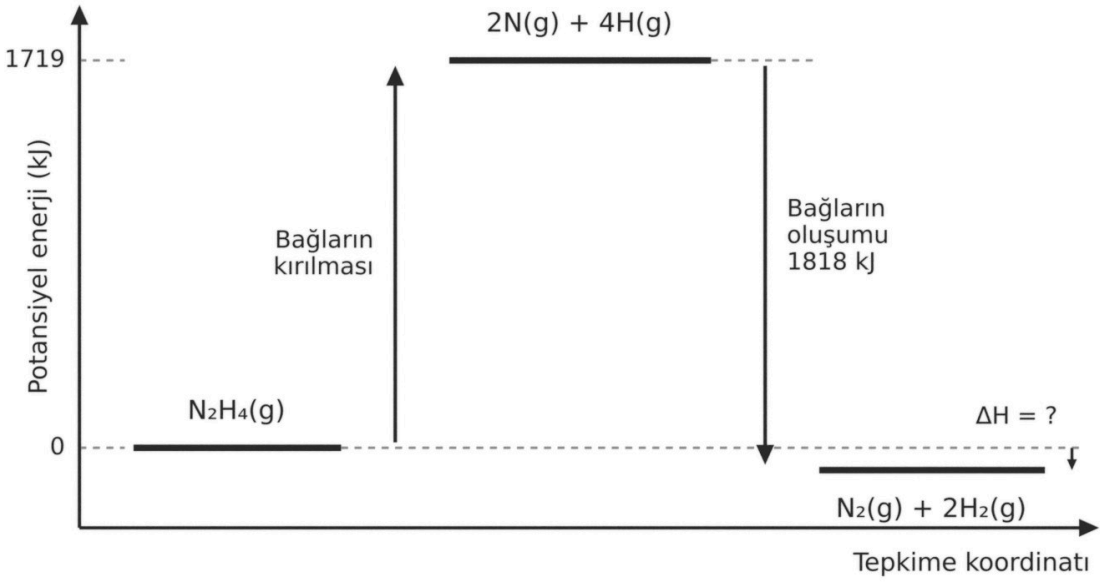
(Veriler kurgusaldır.)

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

2.1. Tablodaki verilerden yararlanarak biyogazdaki metan oranının biyogazın yakıt değerini nasıl etkilediğine dair sınanabilir bir hipotez yazınız. Bu hipotezi daha güvenilir sonuç verecek biçimde sınamak için örneklerde ya da deney düzeneğinde yapılabilecek bir değişiklik öneriniz. (5 puan)

2.2. Suyun öz ısısını 4,18 J/g·°C alarak A ve D örneklerinin her birinden suya aktarılan ısıyı $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ bağıntısıyla bulunuz. Aynı hacimdeki A örneğinin daha az ısı vermesinin nedenini açıklayınız. (5 puan)

3. Uyduların konum düzeltme motorlarının birçoğunda yakıt olarak hidrazin ($H_2N{-}NH_2$) kullanılır. Hidrazin, motordaki katalizörle temas edince ayrışır ve oluşan sıcak gazlar püskürtülür. Ayrışma ürünlerinde azot, hidrojen ve amonyak bulunur; bu soruda tepkime $N_2H_4(g) \rightarrow N_2(g) + 2H_2(g)$ olarak modellenmiştir. Bağların kırılması ve oluşumu aşağıdaki diyagramda gösterilmiştir.



Bağ	H−H	N−H	N−N	N≡N	O−H	O−O	O=O
Ortalama bağ enerjisi (kJ/mol)	436	389	163	946	464	142	498

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

3.1. Diyagramı kullanarak hidrazinin ayrışmasında kırılan bağların ve oluşan bağların toplam enerjilerini belirleyiniz. Tepkimenin entalpi değişimini (ΔH) hesaplayıp tepkimenin ısı alan mı ısı veren mi olduğunu bağ enerjileriyle açıklayınız. (5 puan)

3.2. Tablodaki bağ enerjilerinden yararlanarak gaz fazında gerçekleşen aşağıdaki ayrışma tepkimelerinin entalpi değişimlerini hesaplayınız. (6 puan)

I. $2NH_3(g) \rightarrow N_2(g) + 3H_2(g)$
II. $2H_2O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g) + O_2(g)$ (Hidrojen peroksit: H−O−O−H)
III. $2H_2O(g) \rightarrow 2H_2(g) + O_2(g)$

3.3. 3.1 ve 3.2'deki dört ayrışmayı tepkenlerdeki bağlar açısından karşılaştırıp ayrışmanın ısı alan ya da ısı veren olmasına ilişkin bir genelleme yapınız. Hidrojen peroksit çözeltisi zamanla su ve oksijene ayrıştığı için koyu renkli şişede ve serin yerde saklanır; amonyak ise ancak yaklaşık 400 °C'un üzerinde, katalizörle ve sürekli ısıtılarak ayrıştırılabilir. Bu bilgileri genellemenizle açıklayınız. (4 puan)

4. Isıyı kimyasal bağlarda depolayıp gerektiğinde geri veren sistemler üzerinde çalışılmaktadır. Bu sistemlerden birinde katı magnezyum hidroksit ($Mg(OH)_2$) yaklaşık 350 °C'a kadar ısıtılarak magnezyum oksit (MgO) ve su buharına ayrıştırılır. Isıya ihtiyaç duyulduğunda MgO, su buharıyla yeniden tepkimeye sokulur. Bu tepkimelerdeki maddelerin standart oluşum entalpileri tabloda verilmiştir.

Madde	$Mg(OH)_2(k)$	$MgO(k)$	$H_2O(g)$
$\Delta H°_f$ (kJ/mol)	−924,5	−601,7	−241,8

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız. (MgO: 40 g/mol, $Mg(OH)_2$: 58 g/mol)

4.1. $MgO(k) + H_2O(g) \rightarrow Mg(OH)_2(k)$ tepkimesinin standart tepkime entalpisini hesaplayınız. 1 g MgO bu tepkimeye göre tamamen tepkimeye girdiğinde açığa çıkan ısıyı bulunuz. (5 puan)

4.2. $Mg(OH)_2(k) \rightarrow MgO(k) + H_2O(g)$ tepkimesinin standart tepkime entalpisini tahmin ederek tepkimenin ısı alan mı ısı veren mi olduğunu belirtiniz. Sistemdeki 5,8 kg $Mg(OH)_2$'in tamamen ayrışması için en az ne kadar enerji gerektiğini hesaplayınız. Bu sistemle güneş enerjisinin depolanabilmesi için bu enerjinin nasıl sağlanması gerektiğini yazınız. (5 puan)

5. Tungsten, erime sıcaklığı en yüksek metaldir; kesici takımların ve röntgen tüplerinin yapımında kullanılır. Tungsten tozu, tungsten(VI) oksidin (WO_3) fırınlarda yaklaşık 800 °C'ta hidrojen gazıyla indirgenmesiyle üretilir: $WO_3(k) + 3H_2(g) \rightarrow W(k) + 3H_2O(g)$. Kobalt gibi başka metallerin tozları da oksitlerinin hidrojenle indirgenmesiyle elde edilebilir.

Bilgi: Tungstenin erime sıcaklığı 3422 °C'tur.

Madde	$WO_3(k)$	$Co_3O_4(k)$	$ZnO(k)$	$H_2O(g)$
$\Delta H°_f$ (kJ/mol)	−842,9	−910,0	−348,3	−241,8

(W, Co, Zn ve H_2 elementlerinin standart oluşum entalpileri sıfırdır.)

Tablodaki verilerden yararlanarak soruları cevaplayınız.

5.1. Tungsten oksidin hidrojenle indirgenmesi tepkimesinin standart tepkime entalpisini hesaplayınız. 1 kg tungsten üretmek için en az ne kadar ısı verilmesi gerektiğini bulunuz. (W: 184 g/mol) (5 puan)

5.2. Aşağıdaki tepkimelerin standart tepkime entalpilerini hesaplayınız. (6 puan)

I. $Co_3O_4(k) + 4H_2(g) \rightarrow 3Co(k) + 4H_2O(g)$
II. $ZnO(k) + H_2(g) \rightarrow Zn(k) + H_2O(g)$

5.3. Hesapladığınız üç tepkimeden hangisinin ısı açığa çıkardığını belirtiniz. Bir metal oksidin hidrojenle indirgenmesinin ısı alan mı ısı veren mi olacağının, metal oksidin ve oluşan suyun standart oluşum entalpileri karşılaştırılarak nasıl tahmin edilebileceğini açıklayınız. (4 puan)

6. Akülerde ve metal işlemede kullanılan sülfürik asit (H_2SO_4), temas yöntemiyle üç basamakta üretilir: Kükürt yakılarak kükürt dioksit (SO_2) elde edilir; SO_2 katalizör eşliğinde oksijenle kükürt triokside (SO_3) dönüştürülür; SO_3 de suyla birleşerek sülfürik asidi oluşturur. Tesislerde SO_3 derişik sülfürik aside verilir, ancak toplam değişim yine aynıdır. Açığa çıkan ısıyla buhar üretilir.

Madde	$SO_2(g)$	$SO_3(g)$	$H_2O(s)$	H_2SO_4(suda)
$\Delta H°_f$ (kJ/mol)	−296,8	−395,7	−285,8	−909,3

(Elementlerin standart oluşum entalpileri sıfırdır. H_2SO_4(suda): çok seyreltik sulu çözelti.)

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız. (H_2SO_4: 98 g/mol)

6.1. $2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$ tepkimesinin standart tepkime entalpisini hesaplayınız. (5 puan)

6.2. $SO_3(g) + H_2O(s) \rightarrow H_2SO_4(s)$ tepkimesinin standart tepkime entalpisi −132,5 kJ'dür. Buna göre sıvı sülfürik asidin standart oluşum entalpisini hesaplayınız. (5 puan)

6.3. Kükürtten başlanarak 1 mol sıvı sülfürik asit üretilirken üç basamakta açığa çıkan toplam ısıyı ve 1 g sülfürik asit başına düşen ısıyı hesaplayınız. 1 ton sülfürik asit üretiminde açığa çıkan ısıyı bulunuz ve bu ısıya en çok katkı yapan basamağı belirtiniz. (5 puan)

6.4. Derişik sülfürik asit çok miktarda suyla seyreltilirken $H_2SO_4(s) \rightarrow H_2SO_4$(suda) değişimi olur. Bu değişimin entalpi değişimini hesaplayıp asidin hâlinin entalpiyi nasıl etkilediğini belirtiniz. Seyreltmede neden asidin suya azar azar eklendiğini, suyun asidin üzerine dökülmediğini açıklayınız. (5 puan)

7. Karbon monoksit (CO) ve hidrojen (H_2) karışımı olan su gazı, amonyak ve metanol üretiminde ham madde olarak kullanılır. Su gazı, kok kömürünün su buharıyla $C(k) + H_2O(g) \rightarrow CO(g) + H_2(g)$ $\Delta H = +131{,}3$ kJ tepkimesine girmesiyle elde edilir. Bir mühendisin bu tepkimeyle ilgili notları aşağıdadır.

Not	Gözlem ya da bilgi
A	Oda sıcaklığında su buharıyla temas hâlinde uzun süre bekletilen kok kömüründe CO ve H_2 oluşmaz.
B	Kok kömüründe karbon atomları birbirine güçlü kovalent bağlarla bağlıdır. Su molekülündeki O−H bağının enerjisi 464 kJ/mol'dür.
C	Kok, üzerine hava üflenerek yakılıp yaklaşık 1000 °C'a kadar ısıtılır; kızgın kokun üzerinden su buharı geçirilince CO ve H_2 oluşur.
D	Su buharı geçirildikçe kokun sıcaklığı düşer ve gaz oluşumu yavaşlar. Bu yüzden buhar birkaç dakikada bir kesilir ve koka yeniden hava üflenerek ısıtılır.

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

7.1. Oda sıcaklığında su molekülleri kokun yüzeyine sürekli çarptığı hâlde ürün oluşmamasını A ve B notlarına dayanarak çarpışma teorisiyle açıklayınız. (5 puan)

7.2. C notuna göre tepkime hangi koşulda gerçekleşmektedir? Kokun ısıtılmasıyla etkin çarpışmaların nasıl başladığını eşik değeri (eşik enerjisi) kavramını kullanarak açıklayınız. (5 puan)

7.3. Su gazı tepkimesinin potansiyel enerji-tepkime koordinatı grafiğini çizip üzerinde E_{ai} (ileri aktivasyon enerjisi), E_{ag} (geri aktivasyon enerjisi) ve ΔH'yi işaretleyiniz; hangisinin daha büyük olduğunu belirtiniz. Kokun dönüşümlü olarak yeniden ısıtılması gerekliliğini (D) tepkimenin ısı alan bir tepkime olmasıyla açıklayınız. (5 puan)

ÖĞRENME ÇIKTILARI VE BECERİLER

SORU NO	ÖĞRENME ÇIKTISI	BECERİLER
1	KİM.11.1.1. Fiziksel ve kimyasal olaylardaki enerji değişimine ilişkin deney yapabilme	FBAB7. Deney Yapma, FBAB8. Bilimsel Çıkarım Yapma, KB2.4. Çözümleme
2	KİM.11.1.2. Maddelerin enerji kaynağı olma potansiyeline ilişkin hipotezler oluşturabilme	FBAB6. Hipotez Oluşturma, FBAB8. Bilimsel Çıkarım Yapma, KB3.3. Eleştirel Düşünme
3	KİM.11.1.3. Bağ enerjileri temelinde tepkimelerin entalpi değişimine ilişkin tümevarımsal akıl yürütebilme	FBAB10. Tümevarımsal Akıl Yürütme, KB2.4. Çözümleme
4	KİM.11.1.4. Kimyasal tepkimelerin standart tepkime entalpilerini standart oluşum entalpi verilerini kullanarak tahmin edebilme	FBAB4. Bilimsel Veriye Dayalı Tahmin, KB2.4. Çözümleme, KB3.2. Problem Çözme
5	KİM.11.1.4. Kimyasal tepkimelerin standart tepkime entalpilerini standart oluşum entalpi verilerini kullanarak tahmin edebilme	FBAB4. Bilimsel Veriye Dayalı Tahmin, KB2.4. Çözümleme, KB3.2. Problem Çözme
6	KİM.11.1.4. Kimyasal tepkimelerin standart tepkime entalpilerini standart oluşum entalpi verilerini kullanarak tahmin edebilme	FBAB4. Bilimsel Veriye Dayalı Tahmin, KB2.4. Çözümleme, KB3.2. Problem Çözme
7	KİM.11.1.5. Kimyasal tepkimelerin gerçekleşme şartlarını açıklamak için kanıt kullanabilme	FBAB12. Kanıt Kullanma, FBAB8. Bilimsel Çıkarım Yapma, KB2.14. Yorumlama

PUANLAMA TABLOSU							
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**TOPLAM**
15	*10*	*15*	*10*	*15*	*20*	*15*	***100***

Bu sınav, 2026-2027 eğitim öğretim yılı 1. dönem konu-soru dağılım tablosundaki 1. ortak yazılı **Senaryo 3** dağılımına göre, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli 11. sınıf öğretim programı esas alınarak hazırlanmıştır. Bu kâğıt, aynı senaryonun 2. sürümüdür: öğrenme çıktıları, soru sayısı ve puanlar 1. sürümle aynı, sorular farklıdır. Hazırlayan: Murat Altun. Bu sorular Claude tarafından hazırlanmıştır. Millî Eğitim Bakanlığının resmî yayını değildir; görseller Blender ile oluşturulmuştur.

ÇÖZÜMLER

1. Doğru cevap:

- 1.1 **(4 puan)**: Bağımsız değişken: suda çözünen katının türü **(1 puan)**. Bağımlı değişken: suyun (çözeltinin) sıcaklık değişimi ya da son sıcaklığı **(1 puan)**. Sabit tutulan değişkenler: suyun hacmi (200 mL), katının kütlesi (10,0 g), suyun başlangıç sıcaklığı (21,5 °C), kabın türü, karıştırma biçimi ve kullanılan termometre gibi değişkenlerden ikisi (2 puan; her biri 1 puan).
- 1.2 **(6 puan)**: 1, 2 ve 3. deneylerde katıların yalnızca çözündüğünü, yeni madde oluşmadığı için bu olayların fiziksel olduğunu; 4. deneyde çözeltinin renginin açılmasının ve kırmızımsı kahverengi yeni bir katının (bakır) birikmesinin yeni madde oluştuğunu gösterdiğini, bu nedenle olayın kimyasal olduğunu belirtme **(2 puan)**. 1. deneyde **(1 puan)** ve 2. deneyde **(1 puan)** sıcaklık düştüğü için olayların endotermik; 3. deneyde **(1 puan)** ve 4. deneyde **(1 puan)** sıcaklık yükseldiği için olayların ekzotermik olduğunu belirtme. "Isı alan/ısı veren" ya da "endotermik/ekzotermik" ifadelerinin ikisi de kabul edilir.
- 1.3 **(5 puan)**: Demir kovanın uygun olmadığını belirterek şu iki gerekçeyi yazma: Demir, göztaşı çözeltisiyle kimyasal tepkimeye girer; kova zamanla aşınır ve delinebilir **(1 puan)**. Çözeltideki bakır, demirin yüzeyinde katı bakır olarak birikir; çözeltideki bakır azaldığı için (rengin açılması bunun kanıtıdır) ilacın etkisi azalır **(1 puan)**. Yerine plastik, tahta ya da toprak kap önermek doğrudur, ancak gerekçe yerine geçmez. Değerlendirme: Açıklamanın yanlış olduğunu, "soğukluk" diye aktarılan bir şey olmadığını, aktarılan enerjinin ısı olduğunu belirtme; çözünen potasyum nitratın (sistem) sudan ve kaptan (çevre) ısı aldığını, ısının çevreden sisteme aktığını, bu nedenle sistemin enerjisinin arttığını, suyun enerjisinin azaldığını ve termometrenin suyun (çevrenin) soğumasını gösterdiğini açıklama **(3 puan)**. Isının sudan potasyum nitrata aktığını doğru yazıp sistem ile çevrenin enerji değişimini belirtmeyen cevap bu ölçütten 2 puan alır.

Örnek doğru cevap:

1.1. Öğrenciler suda çözünen katının türünün suyun sıcaklığına etkisini araştırmıştır. Bağımsız değişken katının türü, bağımlı değişken suyun sıcaklık değişimidir. Suyun hacmi (200 mL) ve eklenen katının kütlesi (10,0 g) sabit tutulmuştur.

1.2. 1, 2 ve 3. deneylerde katılar yalnızca çözünmüştür; yeni madde oluşmadığı için olaylar fizikseldir. Sıcaklık 1. ve 2. deneylerde düştüğü için bu olaylar endotermik, 3. deneyde yükseldiği için ekzotermiktir. 4. deneyde renk açılmış ve kırmızımsı kahverengi bir katı oluşmuştur; olay kimyasaldır ve sıcaklık yükseldiği için ekzotermiktir.

1.3. Demir kova uygun değildir. Demir göztaşı çözeltisiyle tepkimeye girdiği için kova aşınır ve delinebilir; ayrıca çözeltideki bakır demirin üzerinde katı hâlde birikir, ilacın etkisi düşer. Öğrencinin açıklaması yanlıştır; aktarılan şey "soğukluk" değil ısıdır. Çözünen potasyum nitrat (sistem) sudan (çevre) ısı alır; sistemin enerjisi artar, suyun enerjisi azalır ve termometre suyun soğumasını gösterir.

Bilgi: Göztaşı çözeltisi demir ya da galvanizli kapta değil; plastik, tahta ya da toprak kapta hazırlanır. Susuz sodyum karbonat suda çözünürken ısı verir, on molekül su içeren kristal hâli ise ısı alır.

Yanlış cevap: Aşağıdaki hatalar yalnızca ilgili ölçütün puanını kaybettirir: bağımsız değişken olarak "sıcaklık", bağımlı değişken olarak "katının türü" yazmak; çözünmeleri kimyasal olay ya da 4. deneydeki tepkimeyi fiziksel olay olarak sınıflandırmak; sıcaklığı düşen deneyleri ekzotermik, sıcaklığı yükselen deneyleri endotermik olarak belirtmek; demir kovayı uygun bulmak; potasyum nitratın suya "soğukluk" verdiğini kabul etmek; endotermik olayda sistemin enerjisinin azaldığını yazmak. Cevap verilmemesi durumunda 0 puan verilir.

2. Doğru cevap:

- 2.1 **(5 puan)**: Sınanabilir hipotez: "Biyogazdaki metan oranı arttıkça 1 L biyogazın yanmasıyla açığa çıkan ısı artar." ya da "Karbon dioksit oranı yüksek olan biyogazın enerji kaynağı olma potansiyeli daha düşüktür." **(2 puan)**. Hipotezi, metan oranı arttıkça suyun sıcaklık artışının da arttığı (%50'de 5,4 °C, %68'de 7,4 °C) verisine dayandırma **(1 puan)**. Değişikliklerden biri **(2 puan)**: örnekler farklı atıklardan geldiği için başka gazlar da içerebileceğinden saf metan ile karbon dioksidi farklı oranlarda karıştırarak hazırlanan örneklerle deneyi yapmak; her ölçümü birkaç kez tekrarlamak; bek, su kütlesi, kap ve alev ile kap arasındaki uzaklığı sabit tutmak; ısı kaybını azaltmak için kabın çevresini yalıtmak.
- 2.2 **(5 puan)**: A örneği: Q = 250 · 4,18 · 5,4 = 5643 J ≈ 5,6 kJ **(1 puan)**. D örneği: Q = 250 · 4,18 · 7,4 = 7733 J ≈ 7,7 kJ **(1 puan)**. A örneğinin 1,0 L'sinde yanabilen metan daha az (0,50 L), karbon dioksit daha fazladır; karbon dioksit, karbonun tamamen yanmasıyla oluşmuş bir yanma ürünüdür, oksijenle yeniden yanmaz ve ısı vermez; ayrıca açığa çıkan ısının bir kısmı bu karbon dioksidi ısıtmaya harcanır **(3 puan)**. Yalnızca "A'da metan azdır" yazıp karbon dioksidin neden ısı vermediğini açıklamayan cevap bu ölçütten 2 puan alır.

Not: 25 °C ve 1 atm'de 1 L metanın tamamen yanmasıyla, su buhar hâlinde oluştuğunda, yaklaşık 33 kJ ısı açığa çıkar. A örneğindeki 0,50 L metandan yaklaşık 16 kJ ısı beklenir; basit düzeneklerde ısının büyük kısmı havaya ve kaba geçtiği için suya geçen ısı daha küçük ölçülür.

Örnek doğru cevap:

2.1. Hipotezim: "Biyogazdaki metan oranı arttıkça 1 L biyogazın yanmasıyla açığa çıkan ısı artar." Metan oranı %50'den %68'e çıktıkça suyun sıcaklık artışı 5,4 °C'tan 7,4 °C'a yükselmiştir. Örnekler farklı atıklardan geldiği için içlerinde başka gazlar da olabilir; hipotezi daha güvenilir sınamak için saf metan ve karbon dioksidi farklı oranlarda karıştırıp her ölçümü üç kez tekrarlarım.

2.2. A: Q = 250 · 4,18 · 5,4 = 5643 J, yani yaklaşık 5,6 kJ. D: Q = 250 · 4,18 · 7,4 = 7733 J, yani yaklaşık 7,7 kJ. A örneğinin 1 litresinde yanabilen metan daha azdır. Karbon dioksit zaten bir yanma ürünüdür; yeniden yanıp ısı vermez, üstelik açığa çıkan ısının bir kısmı onu ısıtmaya harcanır. Bu nedenle A daha az ısı verir.

Yanlış cevap: Aşağıdaki hatalar yalnızca ilgili ölçütün puanını kaybettirir: "Biyogaz yanınca ısı verir." gibi değişken içermeyen ya da "Karbon dioksit oranı arttıkça daha çok ısı açığa çıkar." gibi verilere aykırı ifadeleri hipotez olarak yazmak; deneyde yalnızca su miktarını değiştirmeyi önermek; hesaplamada suyun kütlesi yerine gazın hacmini (1,0) kullanmak; sonucu birim çevirmeden 5643 kJ olarak yazmak; karbon dioksidin de yandığını ya da alevi büyüttüğünü söylemek. Cevap verilmemesi durumunda 0 puan verilir.

3. Doğru cevap:

- 3.1 **(5 puan)**: Kırılan bağların (1 mol N−N ve 4 mol N−H) toplam enerjisinin 1719 kJ, oluşan bağların (1 mol N≡N ve 2 mol H−H) toplam enerjisinin 1818 kJ olduğunu belirtme **(1 puan)**. ΔH = ΣKırılan bağ enerjisi − ΣOluşan bağ enerjisi = 1719 − 1818 = −99 kJ **(2 puan)**. Oluşan bağların toplam enerjisi kırılanlarınkinden büyük olduğu için tepkimenin ekzotermik olduğunu, aradaki fark kadar (99 kJ) ısının çevreye verildiğini açıklama **(2 puan)**.
- 3.2 **(6 puan)**:
  - I: ΔH = 6 · 389 − (946 + 3 · 436) = 2334 − 2254 = +80 kJ **(2 puan)**
  - II: ΔH = 2 · (2 · 464 + 142) − (4 · 464 + 498) = 2140 − 2354 = −214 kJ **(2 puan)**
  - III: ΔH = 4 · 464 − (2 · 436 + 498) = 1856 − 1370 = +486 kJ **(2 puan)**
- 3.3 **(4 puan)**: Genelleme: Molekülünde aynı tür atomlar arasında zayıf tekli bağ (N−N: 163 kJ/mol, O−O: 142 kJ/mol) bulunan hidrazin ve hidrojen peroksit, güçlü bağlar (N≡N, O=O, O−H) içeren ürünlere ayrışırken ısı verir (ΔH < 0); böyle zayıf bir bağ içermeyen, yalnızca güçlü N−H ya da O−H bağlarından oluşan amonyak ve suyun ayrışması ise ısı alır (ΔH > 0) **(2 puan)**. Verilerle tutarlı başka genellemeler de kabul edilir (ör. "Ayrışmada oluşan bağların toplam enerjisi kırılanlarınkinden büyükse tepkime ekzotermiktir; zayıf bağ içeren moleküllerde bu durum gerçekleşir."). Açıklama: Hidrojen peroksitteki zayıf O−O bağı ışık ya da ısıyla kolayca kırılır ve ayrışma ısı vererek ilerler; ayrışmayı yavaşlatmak için çözelti ışıktan ve sıcaktan korunur. Amonyağın ayrışması endotermik olduğundan tepkimenin sürmesi için dışarıdan sürekli ısı verilmesi gerekir **(2 puan)**.

Örnek doğru cevap:

3.1. Diyagrama göre 1 mol N−N ve 4 mol N−H bağını kırmak için 1719 kJ enerji gerekir; 1 mol N≡N ve 2 mol H−H bağı oluşurken 1818 kJ enerji açığa çıkar. ΔH = 1719 − 1818 = −99 kJ'dür. Oluşan bağların enerjisi kırılan bağlarınkinden büyük olduğu için tepkime ısı verir (ekzotermiktir).

3.2. I: 2334 − 2254 = +80 kJ. II: 2140 − 2354 = −214 kJ. III: 1856 − 1370 = +486 kJ.

3.3. Hidrazinde zayıf N−N, hidrojen peroksitte zayıf O−O bağı vardır. Bu maddeler, güçlü N≡N, O=O ve O−H bağları içeren ürünlere ayrışırken ısı verir. Amonyak ve su yalnızca güçlü N−H ve O−H bağları içerir; bunların ayrışması ısı alır. Hidrojen peroksidin zayıf O−O bağı ışık ve ısıyla kolayca kırıldığı için çözelti koyu renkli şişede ve serin yerde saklanır. Amonyağın ayrışması ise ısı aldığı için ancak sürekli ısıtılarak sürdürülebilir.

Yanlış cevap: Aşağıdaki hatalar yalnızca ilgili ölçütün puanını kaybettirir: ΔH'yi "oluşan − kırılan" şeklinde hesaplayıp +99 kJ bulmak ve tepkimeyi endotermik saymak; hidrazindeki N−N bağını hesaba katmamak; I'de N−H bağı sayısını 6 yerine 3 almak; II'de O−O bağını unutmak (ör. 1856 − 2354 = −498 kJ bulmak); "Bağ enerjisi büyük olan molekül kolay ayrışır." demek; hidrojen peroksidin saklanma koşullarını yalnızca "uçucu olduğu için" diye açıklamak. Cevap verilmemesi durumunda 0 puan verilir.

4. Doğru cevap:

- 4.1 **(5 puan)**: $\Delta H^\circ_{tepkime} = \Delta H^\circ_f(Mg(OH)_2) - [\Delta H^\circ_f(MgO) + \Delta H^\circ_f(H_2O(g))] = (-924,5) - [(-601,7) + (-241,8)] = -924,5 + 843,5 = -81,0$ kJ **(3 puan)**. 1 g MgO: 81,0 ÷ 40 ≈ 2,0 kJ ısı açığa çıkar **(2 puan)**. 2,025 kJ ya da 2,03 kJ yazan cevaplar da tam puan alır.
- 4.2 **(5 puan)**: Tepkime 4.1'deki tepkimenin tersi olduğu için ΔH° = +81,0 kJ'dür (oluşum entalpileriyle hesaplanarak da bulunabilir); tepkime endotermiktir **(2 puan)**. 5,8 kg = 5800 g → 5800 ÷ 58 = 100 mol; gereken enerji en az 100 · 81,0 = 8100 kJ **(2 puan)**. Güneş ışığının aynalar ya da merceklerle yoğunlaştırılarak $Mg(OH)_2$'i yaklaşık 350 °C'a ısıtmak için kullanılması; yani gereken enerjinin güneşten ısı olarak sağlanması **(1 puan)**.

Örnek doğru cevap:

4.1. ΔH° = (−924,5) − [(−601,7) + (−241,8)] = −81,0 kJ'dür. 1 mol (40 g) MgO tepkimeye girdiğinde 81,0 kJ ısı açığa çıktığına göre 1 g MgO için 81,0 ÷ 40 ≈ 2,0 kJ ısı açığa çıkar.

4.2. Bu tepkime 4.1'deki tepkimenin tersidir; ΔH° = +81,0 kJ'dür ve tepkime endotermiktir. 5,8 kg $Mg(OH)_2$ 100 moldür. Ayrışması için en az 100 · 81,0 = 8100 kJ enerji gerekir. Güneş ışığı aynalarla yoğunlaştırılıp $Mg(OH)_2$'i ısıtmak için kullanılırsa güneş enerjisi kimyasal bağlarda depolanmış olur.

Bilgi: Isı kaybı olmazsa MgO'nun su buharıyla tepkimesinde geri alınan ısı, ayrışma sırasında verilen ısıya eşittir; sistem enerji üretmez, ısıyı daha sonra kullanmak üzere saklar.

Yanlış cevap: Aşağıdaki hatalar yalnızca ilgili ölçütün puanını kaybettirir: hesaplamayı "tepkenler − ürünler" şeklinde kurup +81,0 kJ bulmak; su buharının oluşum entalpisini hesaba katmamak (ör. −924,5 + 601,7 = −322,8 kJ bulmak); 1 g için sonucu 40 ile çarpmak; ayrışma tepkimesini ekzotermik olarak belirtmek ya da ΔH'sini −81,0 kJ yazmak; kütleyi mole çevirmeden 5,8 · 81,0 hesabı yapmak; enerjinin kaynağını "suyun kendisi" ya da "MgO" olarak yazmak. Cevap verilmemesi durumunda 0 puan verilir.

5. Doğru cevap:

- 5.1 **(5 puan)**: $\Delta H^\circ_{tepkime} = [\Delta H^\circ_f(W) + 3 \cdot \Delta H^\circ_f(H_2O(g))] - [\Delta H^\circ_f(WO_3) + 3 \cdot \Delta H^\circ_f(H_2)] = [0 + 3 \cdot (-241{,}8)] - [(-842{,}9) + 0] = -725{,}4 + 842{,}9 = +117{,}5$ kJ **(3 puan)**. 1 kg tungsten: 1000 ÷ 184 ≈ 5,43 mol; gereken ısı 5,43 · 117,5 ≈ 639 kJ **(2 puan)**. Yuvarlamaya bağlı olarak 638-640 kJ arasındaki sonuçlar tam puan alır.
- 5.2 **(6 puan)**: I. $\Delta H^\circ = 4 \cdot (-241{,}8) - (-910{,}0) = -967{,}2 + 910{,}0 = -57{,}2$ kJ **(3 puan)**. II. $\Delta H^\circ = (-241{,}8) - (-348{,}3) = +106{,}5$ kJ **(3 puan)**.
- 5.3 **(4 puan)**: Isı açığa çıkaran tepkimenin yalnızca Co_3O_4'ün indirgenmesi (I. tepkime) olduğunu belirtme **(2 puan)**. Açıklama: Tepkimede oluşan suyun toplam oluşum entalpisi indirgenen metal oksidin oluşum entalpisinden daha negatifse tepkime ekzotermiktir (Co_3O_4: −910,0 kJ; 4 mol H_2O: −967,2 kJ). Metal oksidin oluşum entalpisi oluşan suyunkinden daha negatifse metal oksit sudan daha kararlıdır ve indirgenme endotermiktir (WO_3: −842,9 kJ, 3 mol H_2O: −725,4 kJ; ZnO: −348,3 kJ, 1 mol H_2O: −241,8 kJ) **(2 puan)**. Oksijen atomu başına karşılaştırma yapan cevap da kabul edilir (Co_3O_4 için −227,5, WO_3 için yaklaşık −281,0, ZnO için −348,3, $H_2O(g)$ için −241,8 kJ).

Örnek doğru cevap:

5.1. $\Delta H^\circ = 3 \cdot (-241{,}8) - (-842{,}9) = +117{,}5$ kJ'dür. 1 kg tungsten yaklaşık 5,43 moldür; bunun için en az 5,43 · 117,5 ≈ 639 kJ ısı verilmelidir.

5.2. I. $\Delta H^\circ = 4 \cdot (-241{,}8) - (-910{,}0) = -57{,}2$ kJ. II. $\Delta H^\circ = (-241{,}8) - (-348{,}3) = +106{,}5$ kJ.

5.3. Yalnızca Co_3O_4'ün hidrojenle indirgenmesi ısı açığa çıkarır. Oluşan 4 mol suyun toplam oluşum entalpisi (−967,2 kJ), Co_3O_4'ünkinden (−910,0 kJ) daha negatif olduğu için tepkime ekzotermiktir. WO_3 ve ZnO'nun oluşum entalpileri ise oluşan suyunkinden daha negatiftir; bu oksitler sudan daha kararlı olduğundan hidrojenle indirgenmeleri ısı alır ve fırında dışarıdan ısı verilmesi gerekir.

Yanlış cevap: Aşağıdaki hatalar yalnızca ilgili ölçütün puanını kaybettirir: elementlerin (W, Co, Zn, H_2) oluşum entalpilerine sıfırdan farklı değer vermek; hesaplamayı "tepkenler − ürünler" şeklinde kurmak; I. tepkimede suyun katsayısını (4) kullanmamak (ör. −241,8 + 910,0 = +668,2 kJ bulmak); 1 kg'ı mole çevirmeden 1000 · 117,5 hesabı yapmak; "Oluşum entalpisi en negatif olan oksit en kolay indirgenir." demek. Cevap verilmemesi durumunda 0 puan verilir.

6. Doğru cevap:

- 6.1 **(5 puan)**: $\Delta H^\circ_{tepkime} = \Sigma n\Delta H^\circ_f$(ürünler) − $\Sigma n\Delta H^\circ_f$(tepkenler) bağıntısını doğru kurma: 2 · (−395,7) − [2 · (−296,8) + 0] **(2 puan)**; işlem: −791,4 + 593,6 **(2 puan)**; sonuç: ΔH° = −197,8 kJ **(1 puan)**.
- 6.2 **(5 puan)**: −132,5 = $\Delta H^\circ_f(H_2SO_4(s))$ − [(−395,7) + (−285,8)] eşitliğini kurma **(2 puan)**. −132,5 = $\Delta H^\circ_f(H_2SO_4(s))$ + 681,5 → $\Delta H^\circ_f(H_2SO_4(s))$ = −814,0 kJ/mol **(3 puan)**.
- 6.3 **(5 puan)**: Basamaklar: $S(k) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$ için −296,8 kJ; $SO_2(g) + 1/2O_2(g) \rightarrow SO_3(g)$ için −98,9 kJ (6.1'deki değerin yarısı); $SO_3(g) + H_2O(s) \rightarrow H_2SO_4(s)$ için −132,5 kJ. Toplam 296,8 + 98,9 + 132,5 = 528,2 kJ ısı açığa çıkar [$\Delta H^\circ_f(H_2SO_4(s)) - \Delta H^\circ_f(H_2O(s))$ = −814,0 + 285,8 = −528,2 kJ olarak da bulunabilir]; 1 g için 528,2 ÷ 98 ≈ 5,4 kJ **(2 puan)**. 1 ton = 10^6 g → 10^6 ÷ 98 ≈ 10 204 mol; 10 204 · 528,2 ≈ 5,39 · 10^6 kJ (ya da 10^6 · 5,39 ≈ 5,4 · 10^6 kJ) **(2 puan)**. En büyük katkı kükürdün yanmasından gelir (296,8 kJ, toplamın yaklaşık %56'sı) **(1 puan)**.
- 6.4 **(5 puan)**: $\Delta H = \Delta H^\circ_f(H_2SO_4(suda)) - \Delta H^\circ_f(H_2SO_4(s))$ = −909,3 − (−814,0) = −95,3 kJ **(2 puan)**. Sülfürik asidin sulu çözeltisinin entalpisi sıvı hâlinin entalpisinden düşüktür; seyreltme ekzotermiktir, yani maddenin bulunduğu hâl (sıvı ya da sulu çözelti) entalpiyi değiştirir **(1 puan)**. Açıklama: Seyreltmede çok fazla ısı açığa çıkar. Asit çok miktardaki suya azar azar ve karıştırılarak eklenirse açığa çıkan ısı büyük kütledeki suya dağılır, sıcaklık az artar. Derişik asidin üzerine su dökülürse az miktardaki su açığa çıkan ısıyla aniden kaynayabilir ve asit çevreye sıçrayarak ciddi yanıklara yol açabilir **(2 puan)**.

Örnek doğru cevap:

6.1. ΔH° = 2 · (−395,7) − [2 · (−296,8) + 0] = −791,4 + 593,6 = −197,8 kJ.

6.2. −132,5 = $\Delta H^\circ_f(H_2SO_4(s))$ − [(−395,7) + (−285,8)]. −132,5 = $\Delta H^\circ_f(H_2SO_4(s))$ + 681,5. Buradan $\Delta H^\circ_f(H_2SO_4(s))$ = −814,0 kJ/mol bulunur.

6.3. Kükürdün yanmasında 296,8 kJ, SO_2'nin SO_3'e dönüşmesinde 197,8 ÷ 2 = 98,9 kJ, SO_3'ün suyla birleşmesinde 132,5 kJ ısı açığa çıkar; toplam 528,2 kJ'dür. 1 g sülfürik asit için 528,2 ÷ 98 ≈ 5,4 kJ, 1 ton için yaklaşık 5,4 · 10^6 kJ ısı açığa çıkar. En büyük katkı kükürdün yanmasından gelir.

6.4. ΔH = −909,3 − (−814,0) = −95,3 kJ. Sulu çözeltinin entalpisi sıvı asidinkinden düşüktür; seyreltme sırasında ısı açığa çıkar. Asit suya azar azar eklenince bu ısı çok miktardaki suya dağılır. Su asidin üzerine dökülürse az miktardaki su aniden kaynar ve asidi çevreye sıçratabilir. Bu işlem koruyucu gözlük, eldiven ve önlükle yapılmalıdır.

Yanlış cevap: Aşağıdaki hatalar yalnızca ilgili ölçütün puanını kaybettirir: hesaplamayı "tepkenler − ürünler" şeklinde kurup +197,8 kJ bulmak; O_2'nin oluşum entalpisine değer vermek; katsayıları kullanmamak; 6.2'de sülfürik asidin oluşum entalpisini işaret hatasıyla +814,0 kJ/mol ya da +549,0 kJ/mol bulmak; 6.3'te SO_2'nin yükseltgenmesi için 1 mol H_2SO_4 başına 197,8 kJ almak; gram başına ısıyı molar kütleyle çarparak bulmak; 1 tonu grama çevirmemek; seyreltmenin ısı aldığını ya da maddenin hâlinin entalpiyi etkilemediğini yazmak; suyun asidin üzerine dökülebileceğini savunmak. Cevap verilmemesi durumunda 0 puan verilir.

7. Doğru cevap:

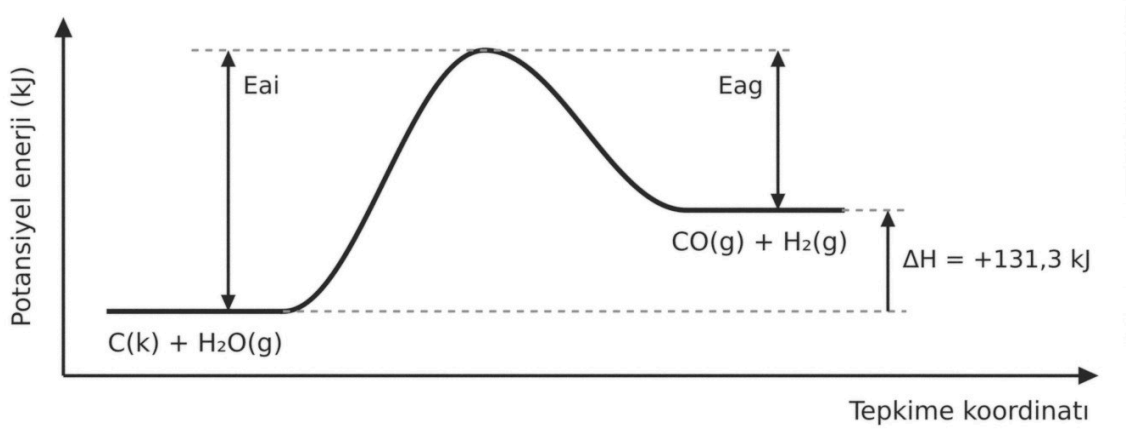
- 7.1 **(5 puan)**: Her çarpışmanın ürün vermediğini; ürün için çarpışan taneciklerin uygun geometride olması ve kinetik enerjilerinin eşik değerine ulaşması (etkin çarpışma) gerektiğini belirtme **(2 puan)**. Koktaki karbon atomları arasındaki bağlar ve sudaki O−H bağları güçlü olduğundan bu bağları kırmak için çok enerji gerektiğini, yani tepkimenin aktivasyon enerjisinin yüksek olduğunu belirtme **(2 puan)**. Oda sıcaklığında su moleküllerinin kinetik enerjisi eşik değerine ulaşmadığı için çarpışmaların etkin olmadığını açıklama **(1 puan)**.
- 7.2 **(5 puan)**: Tepkimenin yalnızca çok yüksek sıcaklıkta, kok kızgın hâldeyken gerçekleştiği çıkarımı **(2 puan)**. Sıcaklık arttıkça taneciklerin ortalama kinetik enerjisinin ve eşik değerine ulaşan tanecik sayısının arttığını, böylece etkin çarpışmalar gerçekleşerek CO ve H_2 oluştuğunu açıklama **(3 puan)**.
- 7.3 **(5 puan)**: Grafikte ürünlerin (CO + H_2) tepkenlerden yüksek çizilmesi; E_{ai}, E_{ag} ve ΔH'nin doğru gösterilmesi **(3 puan)**. $E_{ai} > E_{ag}$ olduğunu belirtme **(1 puan)**. Tepkimenin ısıyı kızgın koktan aldığı için kokun soğuduğunu; endotermik bir tepkimenin sürmesi için sürekli enerji verilmesi gerektiğinden kok yeniden ısıtılmadıkça tepkimenin yavaşlayıp durduğunu açıklama **(1 puan)**. Sıcaklık düştükçe eşik değerine ulaşan tanecik sayısının azaldığını ekleyen cevap da kabul edilir; ancak bu ölçütten puan almak için tepkimenin kokun ısısını harcayarak onu soğuttuğu belirtilmelidir.

Örnek doğru cevap:

7.1. Her çarpışma ürün vermez; ürün için tanecikler uygun geometride çarpışmalı ve kinetik enerjileri eşik değerine ulaşmalıdır. Koktaki karbon atomları arasındaki bağlar ve sudaki O−H bağları güçlüdür; bu bağları kırmak için çok enerji gerekir, yani aktivasyon enerjisi yüksektir. Oda sıcaklığında su moleküllerinin kinetik enerjisi bu eşiğe ulaşmadığı için çarpışmalar etkin olmaz.

7.2. Tepkime yalnızca kok çok yüksek sıcaklıktayken gerçekleşir. Sıcaklık arttıkça eşik değerine ulaşan tanecik sayısı artar, etkin çarpışmalar olur ve CO ile H_2 oluşur.

7.3. Tepkime endotermik olduğundan ürünlerin potansiyel enerjisi tepkenlerinkinden yüksektir ve $E_{ai} > E_{ag}$'dir. Tepkime gerekli ısıyı kızgın koktan aldığı için kok soğur. Endotermik tepkimenin sürmesi için sürekli enerji gerekir; bu nedenle kok yeniden ısıtılmadıkça gaz oluşumu yavaşlayıp durur.



Yanlış cevap: Aşağıdaki hatalar yalnızca ilgili ölçütün puanını kaybettirir: "Su molekülleri kömüre hiç çarpmaz." demek; sıcaklık artışının aktivasyon enerjisini düşürdüğünü yazmak; grafikte ürünleri tepkenlerden düşük çizmek ya da E_{ag}'yi E_{ai}'den büyük göstermek; endotermik tepkimenin başladıktan sonra kendiliğinden süreceğini söylemek; kokun soğumasını yalnızca "buharın soğuk olması" ile açıklamak. Cevap verilmemesi durumunda 0 puan verilir.