



SMARTE MATERIALER: UDFØR UNDERSØGELSEN

I denne undersøgelse skal I først undersøge seks forskellige smarte materialer. I skal påvirke dem på forskellige måder – med varme, vand og lys – og observere materialernes reaktioner.

Før undersøgelsen

1. Start med at indsamle materialer og udstyr. I skal bruge:







- 1 almindelig lommelygte
- 1 UV-lommelygte
- 6 smarte materialer:
 - 1 armbånd
 - 1 babyske
 - 1 stk. sort krystalark
 - 1 stk. papir i pose
 - 1 metalklips
 - 1 stk. hvidt stof
- Koldt vand i et glas/skål
- 1 termokande med meget varmt vand
- 1 skål/højt glas til varmt vand
- 1 engangspipette
- Køkkenrulle el. lign.

2. Kig på de seks smarte materialer. Diskutér i gruppen, hvorfor de mon er smarte. Hvilke egenskaber, tror I, materialerne har?

Undersøgelsen

I skal nu lave forskellige undersøgelser af de smarte materialer.

1. Først skal I undersøge armbåndet og babyskeen.
 - a) Dyp begge i først koldt og så varmt vand.
 - b) Hvad sker der? Skriv materialernes reaktioner ned i jeres undersøgelseskema.
 - c) Prøv nu at lyse på armbåndet og babyskeen med den almindelige lommelygte.
 - d) Prøv så at lyse på dem med UV-lommelygten. Den lyser med ultraviolet lys.
 - e) Hvad sker der? Skriv materialernes reaktioner ned i jeres undersøgelseskema.
2. Nu skal I undersøge det sorte krystalark og papiret. Tag ikke papiret ud af posen.
 - a) Prøv at lægge jeres hånd på arket og bagefter på papiret. Hvordan reagerer de to materialer?
Hvis der ikke sker noget, kan I prøve at holde ark og papir hen til en anden varmekilde, fx en tændt pære eller lægge dem kortvarigt på en varm radiator.
 - b) Skriv materialernes reaktioner ned i jeres undersøgelseskema.
3. Tag nu metalklipsen.
 - a) Fold den forsigtigt ud og dyp den i varmt vand. Uden at brænde fingrene.
Hvis vandet er blevet lunkent, kan I hælde noget nyt op fra termokanden.
 - b) Hvad sker der? Skriv metallets reaktion ned i jeres undersøgelseskema.
4. Nu skal I undersøge det hvide stof.
 - a) Dryp et par dråber vand på stoffets forside med engangspipetten.
 - b) Hvad sker der med vandet? Beskriv dråbens form.
Hvis dråben bliver liggende oven på stoffet, kan I presse den igennem stoffet ved forsigtigt at trykke på den et par gange.
 - c) Når dråben/dråberne er blevet suget igennem stoffet, skal I vente 30 sekunder.
 - d) Prøv så at lægge stoffet imellem to stykker køkkenrulle. Tryk forsigtigt køkkenrulle ind mod stoffet.
 - e) Fjern nu begge stykker køkkenrulle. Beskriv køkkenrullen. Er begge stykker lige våde? Skriv jeres resultater ned i undersøgelseskemaet.
5. Nu har I undersøgt de seks smarte materialer. Nu skal I undersøge et stykke smart plastikstrimmel.
 - a) Bed jeres lærer om vejledningen og følg denne.

		Skriv ned, hvordan hvert af de seks materialer reagerer på jeres påvirkning:					
		Babyske	Armbånd	Krystalark	Papir	Metalklips	Stof
Materiale	Påvirkning						
	Varmt vand						
	Vand (koldt/stuetemp.)						
	Almindelig lommelygte						
	UV-lommelygte (sollys)						
	Varme (fra hånd)						

Efter undersøgelsen. Diskussion af resultater (i grupper og i klassen)

Nu har I undersøgt i alt syv materialer. Prøv at diskutere i gruppen, hvorfor disse materialer er smarte:

1. Hvordan er babyskeen og armbåndet for eksempel anderledes end almindeligt plastik?

2. Og hvordan er plastikstrimlen anderledes end almindeligt plastik?

3. Hvad tror I, man bruger skeen og armbåndet til?

4. Hvorfor er krystalarket et smart materiale?

5. Hvordan er papiret anderledes end almindeligt papir?

6. Hvordan er metalklipsen anderledes end en almindelig papirklips?

7. Hvordan er det hvide stof anderledes end det stof, der er fx i jeres tøj?

8. Hvad tror I, stoffet bliver brugt til?

9. Når I skal lave innovationsopgaven i de sidste fire lektioner, skal I arbejde videre med de smarte materialer. Kan I allerede nu finde på, hvad man kunne nogle af materialerne til?



SMARTE MATERIALER: UDFØR UNDERSØGELSEN

I denne undersøgelse skal I først undersøge seks forskellige smarte materialer. I skal påvirke dem på forskellige måder – med varme, vand og lys – og observere materialernes reaktioner.

Før undersøgelsen

1. Start med at indsamle materialer og udstyr. I skal bruge:

- 1 almindelig lommelygte
- 1 UV-lommelygte
- 6 smarte materialer:
 - 1 armbånd
 - 1 babyske
 - 1 stk. sort krystalark
 - 1 stk. papir i pose
 - 1 metalklips
 - 1 stk. hvidt stof
- Koldt vand i et glas/skål
- 1 termokande med meget varmt vand
- 1 skål/højt glas til varmt vand
- 1 engangspipette
- Køkkenrulle el. lign.

2. Kig på de seks smarte materialer. Diskutér i gruppen, hvorfor de mon er smarte. Hvilke egenskaber, tror I, materialerne har?

Lidt detaljer om materialerne. Se uddybende forklaringer og oplysninger om anvendelser i lærervejledningen.

Armbånd

Armbåndet er lavet af perler, der reagerer på ultraviolet lys, dvs. den del af sollyset, der gør os brune, men også kan skade huden. Perlerne skifter fra at være farveløse til at have farve, når de lægges i sollys eller man lyser på dem med en UV-lommelygte (det sidste kan især være nødvendigt i det danske efterår og vinter). Om sommeren kan du til gengæld være nødt til at gemme armbåndene under noget, så de ikke bliver ramt af sollyset. Ellers har de allerede skiftet farve, før eleverne får dem.

I dette forløb bruges perlerne blot som en demonstration for eleverne, men perlerne kan også anvendes i et forløb om UV-lys (skadelige) virkning på menneskers hud. Læs mere om dette i lærervejledningen.

Babyske

Babyskeen er en såkaldt varmfølsom plastiske, der skifter farve ved temperaturer over 43 °C. Det er ikke muligt at få oplyst, om det er plastikken selv eller et tilsat farvestof, der skifter farve, men formentlig er det det sidstnævnte.

Krystalark

Arket består af flydende krystaller, der ligger ordnet i forskellige strukturer afhængigt af temperaturen. Når temperaturen stiger, skifter strukturen og dermed også refleksionen af de forskellige farver i lyset.

Papir

Farven på det lyserøde/blå/lilla/grønne papir er også temperaturfølsom og bliver farveløs ved opvarmning til 31-37 °C.

Metalklips

Metalklipsen er et såkaldt hukommelsesmetal, der kan formes med hænderne, men vender tilbage til sin oprindelige form ved opvarmning (>50 °C).

Hvidt stof

Stoffet er et såkaldt envejsstof, der kan suge vand til sig og transportere det om på den anden side af stoffet. Vandtransporten virker ved hjælp af kapillærrørs-effekten, hvor bitte små kanaler i stoffet suger vandet igennem på samme måde som træer suger vand op. Se demonstration af envejsstof på hjemmesiden.



Undersøgelsen

I skal nu lave forskellige undersøgelser af de smarte materialer.

1. Først skal I undersøge armbåndet og babyskeen.

- Dyp begge i først koldt og så varmt vand.
- Hvad sker der? Skriv materialernes reaktioner ned i jeres undersøgelseskema.
Skeen skifter farve i varmt vand. Armbåndet reagerer ikke på vand.
- Prøv nu at lyse på armbåndet og babyskeen med den almindelige lommelygte.
- Prøv så at lyse på dem med UV-lommelygten. Den lyser med ultraviolet lys.
- Hvad sker der? Skriv materialernes reaktioner ned i jeres undersøgelseskema.
Armbåndet skifter farve under UV-lys. Skeen reagerer ikke på lys.

2. Nu skal I undersøge det sorte krystalark og papiret. Tag ikke papiret ud af posen.

- Prøv at lægge jeres hånd på arket og bagefter på papiret. Hvordan reagerer de to materialer?
Krystalarket skifter til flere forskellige farver afhængig af temperaturen. Papiret bliver farveløst under varmen fra hånden.

Hvis der ikke sker noget, kan I prøve at holde ark og papir hen til en anden varmekilde, eller lægge dem kortvarigt på en varm radiator.

Det er lettest at få krystalarket til at skifte farve. Også dette kan dog nogle gange drille, eksempelvis når luften er kold (vinter), eleverne måske har kolde hænder og/eller lægger arket på et koldt metalunderlag. Så sørg for varme hænder og et underlag, der ikke er metal.

Hold evt. ark og papir mellem begge hænder, så der kommer varme fra begge sider.

- Skriv materialernes reaktioner ned i jeres undersøgelseskema.

3. Tag nu metalklipsen.

- a) Fold den forsigtigt ud og dyp den i varmt vand. Uden at brænde fingrene. Hvis vandet er blevet lunkent, kan I hælde noget nyt op fra termokanden.
- b) Hvad sker der? Skriv metallens reaktion ned i jeres undersøgelseskema.

Metallet folder sig lynhurtigt tilbage som en papirklips.

4. Nu skal I undersøge det hvide stof.

- a) Dryp et par dråber vand på stoffets forside med engangspipetten.
- b) Hvad sker der med vandet? Beskriv dråbens form.

Hvis dråben bliver liggende oven på stoffet, kan I presse den igennem stoffet ved forsigtigt at trykke på den et par gange.

Envejsstoffet har en såkaldt hydrofob overflade, dvs. en vandafvisende overflade. På sådanne overflader vil vanddråber typisk trække sig sammen og ligge som meget runde kugler på overfladen, som på billedet ved siden af.

- c) Når dråben/dråberne er blevet suget igennem stoffet, skal I vente 30 sekunder.
- d) Prøv så at lægge stoffet imellem to stykker køkkenrulle. Tryk forsigtigt køkkenrulle ind mod stoffet.
- e) Fjern nu begge stykker køkkenrulle. Beskriv køkkenrullen. Er begge stykker lige våde? Skriv jeres resultater ned i undersøgelseskemaet.

Envejstransporten ses ved, at stoffets forside efter et stykke tid ikke efterlader noget aftryk på et stykke køkkenrulle, når man lægger dette ovenpå stoffet.






5. Nu har I undersøgt de seks smarte materialer. Nu skal I undersøge et stykke smart plastikstrimmel.

- a) Bed jeres lærer om vejledningen og følg denne.

Dette trin kan springes over ved tidsmangel.

Hvis I ikke er de første, der bruger materialekassen, vil flere eller alle af de otte vedlagte plastikstrimlerne sandsynligvis allerede være programmerede til at være spiral-formede.

I så fald kan I blot lave en del af undersøgelsen, som beskrevet i ”lærer-svararket til undersøgelsen af hukommelsesplasten. Eller vælge versionen med både afprogrammering og programmering som beskrevet i vejledningen til afprogrammering af hukommelsesplasten.

Materiale	Skriv ned, hvordan hvert af de seks materialer reagerer på jeres påvirkning:					
	Babyske	Armbånd	Krystalark	Papir	Metalklips	Stof
Påvirkning						
Varmt vand						
Vand (koldt/stuetemp.)						
Almindelig lommelygte						
UV-lommelygte (sollys)						
Varme (fra hånd)						

Efter undersøgelsen. Diskussion af resultater (i grupper og i klassen)

Nu har I undersøgt i alt syv materialer. Prøv at diskutere i gruppen, hvorfor disse materialer er smarte:

1. Hvordan er babyskeem og armbåndet for eksempel anderledes end almindeligt plastik?

- De vedlagte plastikskeer er varmfølsomme og skifter farve ved temperaturer over 43 °C.
- Perlerne i armbåndet er følsomme overfor ultraviolet lys (som er den del af sollyset, der gør os brune). Når perlerne udsættes for UV-lys, skifter de farve.
- Almindelig plastik skifter ikke farve, hverken når man varmer det op eller lyser på det med UV-lys.

2. Og hvordan er plastikstrimlen anderledes end almindeligt plastik?

- Almindelig plastik kan heller ikke vende tilbage til en programmeret form, når man varmer det op.

3. Hvad tror I, man bruger skeen og armbåndet til?

- De vedlagte skeer anvendes som babyskeer og kan advare om, at babymaden er for varm.
- Man kan købe UV-armbåndene hos bla. Kræftens Bekæmpelse og give børn dem på, når de er ude i solen. Når perlerne skifter farve, ved børnene, at de skal tage solcreme på.

4. Hvorfor er krystalarket et smart materiale?

- Fordi det skifter farve, når man varmer det op. Man bruger flydende krystaller i fladskærme og moderne computer-skærme. Her er det bare strøm, der udløser farveskiftet.

5. Hvordan er papiret anderledes end almindeligt papir?

- Almindelig papir skifter ikke farve, når man varmer det op. Det gør det smarte papir.

6. Og hvordan er metalklipsen anderledes end en almindelig papirklips?

- Metalklipsen vender tilbage til sin form som klips, når vi dypper den i varmt vand.
- Almindeligt metal, som i almindelige papirklips, udvider sig ved svag opvarmning og smelter ved høj varme. Det skifter ikke form.

7. Hvordan er det hvide stof anderledes end det stof, der er fx i jeres tøj?

- Stoffet i vores tøj suger hurtigt vandet til sig. På det hvide stof, lagde det sig som en dråbe oven på.
- Det hvide stof blev kun rigtigt vådt på den ene side. Almindeligt stof bliver lige vådt på begge sider.

8. Hvad tror I, stoffet bliver brugt til?

- Envejsstoffet stammer fra hvide sports-T-shirts. Stoffets vandtransporterende egenskaber betyder, at det kan transportere sved fra kroppen og igennem T-shirten. På T-shirtens yderside kan sveden fordampe. På den måde bliver kroppen ved med at være tør.

9. Når I skal lave innovationsopgaven i de sidste fire lektioner, skal I arbejde videre med de smarte materialer. Kan I allerede nu finde på, hvad man kunne nogle af materialerne til?

- Fortæl igen eleverne, at de kommer til at arbejde videre med disse materialer og de andre smarte materialer, som de har afprøvet tidligere i forløbet (hydrogel).
- At de i de sidste to moduler skal udvikle produkter, der udnytter et eller flere af de smarte materialer – eller blot den type reaktioner som de nu har oplevet, fx farve- eller formskift som reaktion på varme eller UV-lys eller envejstransport af vand.



SMARTE MATERIALER: PROGRAMMERING AF HUKOMMELSESPLASTIK

Metalklipsen som I lige har undersøgt, kaldes for et hukommelsesmetal. Den kan nemlig huske og vende tilbage til en programmeret form (klips), når I påvirker den med varme. Nu skal I selv prøve at programmere et stykke hukommelsesplastik til at huske en bestemt form.

Før undersøgelsen

1. Start med at indsamle materialer og udstyr. I skal bruge:

- 1 plastikstrimmel
- Koldt vand i et glas/skål
- 1 termokande med meget varmt vand
- 1 skål /højt glas til varmt vand
- Sølvfolie (ca. 3 store stykker)
- Ske eller lignende redskab

Fremgangsmåde

1. Tag det ene stykke sølvfolie. Form det som en lille aflang klump.
2. Sno plastikstrimlen om klumpen, så strimlen bliver spiralformet.
3. Pak nu folieklumpen og plastikstrimlen ind i det andet stykke sølvfolie, så plastikstrimlen ikke kan folde sig ud igen.
4. Hæld varmt vand fra termokanden i en skål eller højt glas.
5. Læg sølvpapirpakken ned i det varme vand i 2 minutter. Pakken kommer let til at flyde ovenpå, så hold den nede med en ske.
6. Tag pakken op af vandet og læg den i glasset med det kolde vand i ca. 20 sekunder. Pas på, pakken er varm. Pakken skal være så afkølet, at I kan holde den i hånden.
7. Fjern sølvpapiret. Nu er hukommelsesplastikken 'programmeret' til sin nye form.
8. Prøv nu at strække plastikken ud igen. Hvis den er svær at strække ud, kan I forsigtigt dyppe den i det varme vand og holde strimlen udstrakt, mens den bliver kold igen.
9. Læg nu den udstrakte plastikstrimlen ned i det varme vand igen. Voila – plastikken skulle nu gerne vende tilbage til den form, som I programmerede den til.
10. Vend nu tilbage til den anden undersøgelse (af de andre smarte materialer). Diskutér jeres resultater i gruppen.





SMARTE MATERIALER: PROGRAMMERING AF HUKOMMELSESPLASTIK

Metalklipsen som I lige har undersøgt, kaldes for et hukommelsesmetal. Den kan nemlig huske og vende tilbage til en programmeret form (klips), når I påvirker den med varme. Nu skal I selv prøve at programmere et stykke hukommelsesplastik til at huske en bestemt form.

Til læreren:

Hvis ikke I er den første klasse, der bruger denne materialekasse, vil flere eller alle af plastikstrimlerne formentlig allerede være kodede som spiraler. Eleverne kan så blot nøjes med at gennemføre trin 8-9, hvor de først 'ødelægger' plastikspiralens form og derefter oplever den vende tilbage til sin programmerede spiralform.

Hvis I har tid, og du gerne vil lade eleverne selv prøve at programmere plastikstrimlerne, skal eleverne først afprogrammere spiralformen ved at programmere strimlen til at være helt udstrakt og derefter gennemføre alle de nedenstående trin. Vejledningen til afprogrammering af hukommelsesplastik ligger også på hjemmesiden.

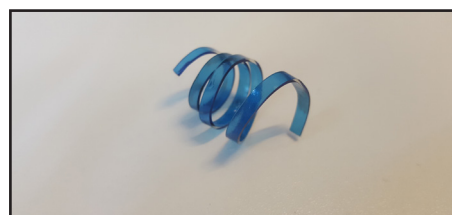
Før undersøgelsen

1. Start med at indsamle materialer og udstyr. I skal bruge:

- 1 plastikstrimmel
- Koldt vand i et glas/skål
- 1 termokande med meget varmt vand
- 1 skål /højt glas til varmt vand
- Sølvfolie (ca. 3 store stykker)
- Ske eller lignende redskab

Fremgangsmåde

1. Tag det ene stykke sølvfolie. Form det som en lille aflang klump.
2. Sno plastikstrimlen om klumpen, så strimlen bliver spiralformet.
3. Pak nu folieklumpen og plastikstrimlen ind i det andet stykke sølvfolie, så plastikstrimlen ikke kan folde sig ud igen.
4. Hæld varmt vand fra termokanden i en skål eller højt glas.
5. Læg sølvpapirpakken ned i det varme vand i 2 minutter. Pakken kommer let til at flyde ovenpå, så hold den nede med en ske.
6. Tag pakken op af vandet og læg den i glasset med det kolde vand i ca. 20 sekunder. Pas på, pakken er varm.
Pakken skal være så afkølet, at I kan holde den i hånden.



7. Fjern sølvpapiret. Nu er hukommelsesplastikken 'programmeret' til sin nye form.
8. Prøv nu at strække plastikken ud igen. Hvis den er svær at strække ud, kan I forsigtigt dyppe den i det varme vand og holde strimlen udstrakt, mens den bliver kold igen.
9. Læg nu den udstrakte plastikstrimlen ned i det varme vand igen.
Voila – plastikken skulle nu gerne vende tilbage til den form, som I programmerede den til.
10. Vend nu tilbage til den anden undersøgelse (af de andre smarte materialer). Diskutér jeres resultater i gruppen.



SMARTE MATERIALER: AFPROGRAMMERING OG PROGRAMMERING AFHUKOMMELSESPLASTIK

Metallklipsen som I lige har undersøgt, kaldes for et hukommelsesmetal. Den kan nemlig huske og vende tilbage til en programmeret form (klips), når I varmer den op.

Nu skal I selv prøve at programmere et stykke hukommelsesplastik til at huske en bestemt form. Først er I dog nødt til at afprogrammere den form, som elever før jer har programmeret plastikstrimlen til at have.

Før undersøgelsen

1. Start med at indsamle materialer og udstyr. I skal bruge:

- 1 plastikstrimmel
- Koldt vand i et glas/skål
- 1 termokande med meget varmt vand
- 1 skål /højt glas til varmt vand
- Sølvfolie (ca. 3 store stykker)
- Ske eller lignende redskab

Fremgangsmåde

1. Tag plastikstrimlen og ret den ud, så godt I kan.
2. Hvis strimlen er svær at strække ud, kan I forsigtigt dyppe den i varmt vand og holde strimlen udstrakt, mens den bliver kold igen. Pas på I ikke brænder fingrene!
3. Pak nu plastikstrimlen ind i det første stykke sølvfolie, så plastikstrimlen ikke kan krølle sig sammen.
4. Hæld varmt vand fra termokanden i en skål eller højt glas.
5. Læg sølvpapirpakken ned i det varme vand i 2 minutter. Pakken kommer let til at flyde ovenpå, så hold den nede med en ske eller lign.
6. Tag pakken op af vandet og læg den i glasset med det kolde vand (eller hold den ind under koldt vand fra vandhanen) i ca. 20 sekunder. Pas på, pakken er varm.
Pakken skal være så afkølet, at I kan holde den i hånden.
7. Fjern sølvpapiret. Nu er hukommelsesplastikken 'programmeret' til at være helt lige.



Nu skal I prøve at programmere strimlen til at 'huske' en spiralform:

8. Tag det andet stykke sølvfolie. Form det som en lille aflang klump.
 9. Sno plastikstrimlen om klumpen, så strimlen bliver spiralformet.
 10. Pak nu folieklumpen og plastikstrimlen ind i det andet stykke sølvfolie, så plastikstrimlen ikke kan folde sig ud igen.
 11. Hæld varmt vand fra termokanden i en skål eller højt glas.
 12. Læg sølvpapirpakken ned i det varme vand i 2 minutter. Pakken kommer let til at flyde ovenpå, så hold den nede med en ske eller lign.
 13. Tag pakken op af vandet og læg den i glasset med det kolde vand i ca. 20 sekunder. Pas på, pakken er varm. Pakken skal være så afkølet, at I kan holde den i hånden.
 14. Fjern sølvpapiret. Nu er hukommelsesplastikken 'programmeret' til sin nye form.
 15. Prøv nu at strække plastikken ud igen. Hvis den er svær at strække ud, kan I forsigtigt dyppe den i det varme vand og holde strimlen udstrakt, mens den bliver kold igen.
 16. Læg nu den udstrakte plastikstrimlen ned i det varme vand igen. Voila – plastikken skulle nu gerne vende tilbage til den form, som I programmerede den til.
10. Vend nu tilbage til den anden undersøgelse (af de andre smarte materialer). Diskutér jeres resultater i gruppen.

